aarde & kosmos

WAARIN OPGENOMEN

lucht- & ruimtevaart

maandblad voor natuur, wetenschap en techniek

9e jaargang no.4
april 1982
f.5.45/92BF



GASBEHANDELDE ASTROFILMS

DIEPZEEGEISERS BEZOCHT

TELEVISIESATELLIETEN

MDF 100 PROJEKT GESTOPT

Met de trein:

Uitstappen station Naarden-Bussum en met de buslijnen 134, 135 en 137 kunt u ons bereiken (uitstappen in Huizen op het busstation).



Dit kaartje wijst u de weg naar

de Stichting Mens & Wetenschap

en Aarde & Kosmos

INHOUD

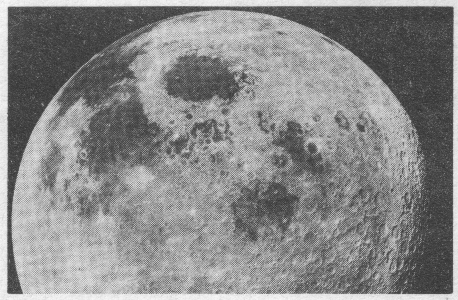
RUIMTE, STERRENKUNDE

LUCHTVAART, RUIMTEVAART

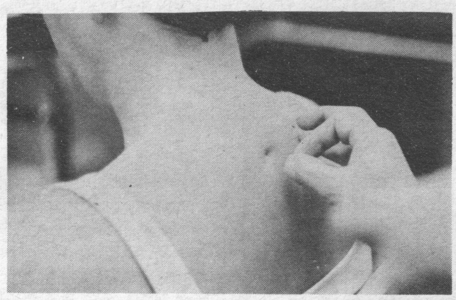
NATUUR, MENS

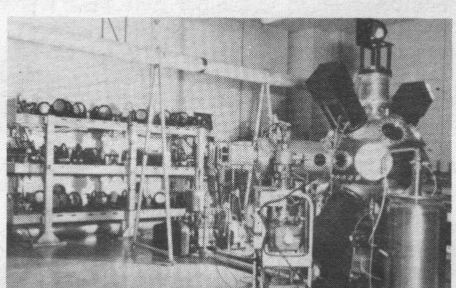
TECHNIEK, ENERGIE

Aarde & Kosmos
waarin opgenomen
Lucht- en Ruimtevaart
een uitgave van de Stichting Mens & Wetenschap









Bij de voorplaat
Als alles goed is blijven gaan, vertrok op 22 maart de Space Shuttle Columbia voor de derde keer naar de ruimte. De vlucht moet zeven dagen en drie uur gaan duren. Op de foto een kijkje op de Columbia toen hij zich net voor de tweede keer van zijn lanceerplatform had verheven. Goed is onder de orbiter het waterbassin te zien waarin het geweld van de rechter booster werd gesmoord. Foto Rockwell/NASA

Attentie: gewijzigde openingstijden

gedurende de periode van 7 t/m 13 april is het gebouw van de Stichting Mens en Wetenschap gesloten. Daarna zijn de openingstijden weer als voorheen.

DE STICHTING "MENS EN WETENSCHAP" heeft ten doel het zo veel en zo breed mogelijk verspreiden van kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek. Zij doet dit door het redigeren en samenstellen van publikaties, waaronder Aarde&Kosmos, en het bevorderen en ondersteunen van edukatieve aktiviteiten en onderzoek met het doel de kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek te vergroten.

THE FOUNDATION "MAN AND SCIENCE" is a nonprofit organisation for diffusing, knowledge regarding nature, science and technology. Diffusing of this knowledge takes place by editing publications (amongst which Aarde en Kosmos) and by stimulating and supporting educational activities and research projects extending knowledge of nature, science and technology.

HOOFDREDAKTIE: Andries C. Sabelis

EINDREDAKTIE: drs. Huub Eggen

MEDEWERKERS: D. v.d. Aart, J. J. Baarslag, J. Beek, W. Boland, R. Bosch, P. R. v. Buysen, K. Elhorst, H. Engelman, S. J. de Groot, J. v. Hest, G. Kiers, Th. de Klerk, C. Laban, G. J. v. Lonkhuijzen, A. Molkenboer, B. Pasch, L. J. N. Steijn, C. Steijger, J. Smekens, H. Schouten, P. v. Tend, J. Terweij, Ph. Tieland, L. Vanhoeck, A. J. Zwinenberg

VORMGEVING: Phil Tieland

ABONNEMENTEN: voor Nederland 55,–. Overig buitenland 78,–. ;België 940BF. Opgaven: Aarde & Kosmos, Postbus 108, 1270 AC Huizen-NH.

DRUK: Kon. Drij. v/h C. de Boer jr. nv – Hilversum.

ADVERTENTIES: Intermedia bv – Postbus 371 – 2400 AJ Alphen a/d Rijn. Tel. 01720-62078

DISTRIBUTIE NEDERLAND: Betapress B.V. Gilze, tel. 01615–2851

VOOR BELGIË: Promotie Soumillion, Massenetlaan 28–1190, Brussel, tel. 02/345.91.92 – PR. 000–0069021–54

REDAKTIE-ADRES: postbus 108 – 1270 AC Huizen-NH. Tel. 02152-58388

Poollicht onder de loep

Huub Eggen

Elke winter weer ontplooien onderzoekers bijzondere aktiviteiten in de poolgebieden. Hun aandacht gaat uit naar het poollicht. Dat treedt rond de polen regelmatig op en is in de donkere winterperiode uiteraard vanaf de grond goed te zien. Poollicht is een verschijnsel dat zich over grote gebieden uitstrekt en het is daarom niet verwonderlijk dat de onderzoeksgroepen vaak heel internationaal zijn samengesteld. Afgelopen seizoen zorgde een Amerikaanse kunstmaan voor unieke poollichtopnamen. Daarnaast is de aanzet gegeven voor een omvangrijk internationaal programma voor de komende jaren.

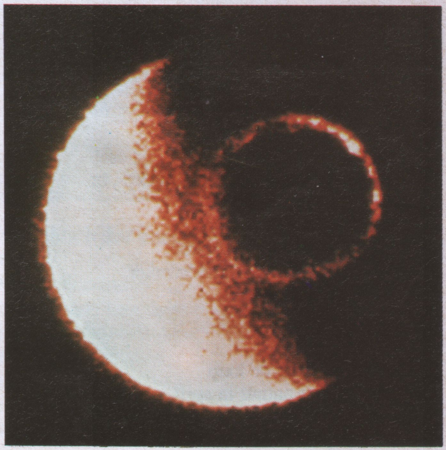
Ondanks alle onderzoek aan poollicht is nog steeds niet goed bekend hoe nu precies de energie voor dat verschijnsel opgewekt wordt. Zoals bekend wordt onze planeet omgeven door magnetische veldlijnen. Die komen in het zuidelijk poolgebied de Aarde uit, lopen dan om de Aarde heen en duiken boven het noordelijk poolgebied onze planeet weer in. Ze horen bij een "magneet" in het binnenste van de Aarde. Die magneet maakt een kleine hoek met de omwentelingsas van onze planeet en daarom vallen magnetische en geografische polen niet samen. Boven de poolgebieden staan de magnetische veldlijnen dus vrijwel loodrecht op het aardoppervlak. Geladen deeltjes zoals protonen en elektronen, die rond magnetische veldlijnen spiraliseren, snellen boven de poolgebieden daardoor richting aardoppervlak, botsen met de hogere luchtlagen en veroorzaken het poollicht.

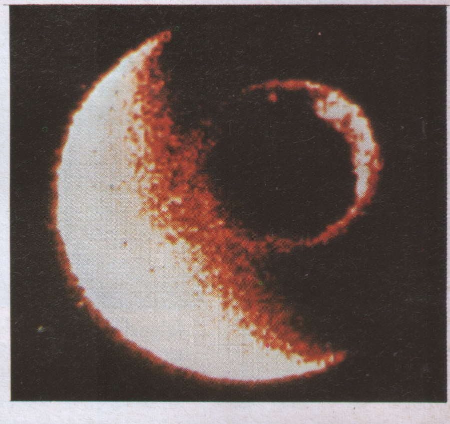
Om goed te kunnen nagaan wat zich langs de magnetische veldlijnen boven de poolgebieden afspeelt, is het van groot belang gelijktijdig op twee verschillende plaatsen langs een en dezelfde bundel veldlijnen metingen te doen. Voor dat doel heeft de NASA vorig jaar augustus twee kunstmanen op verschillende hoogten in hetzelfde baanvlak gebracht. Elke paar omlopen om de Aarde bevinden de kunstmanen zich daardoor in dezelfde bundel magnetische veldlijnen, maar op heel verschillende hoogte boven de Aarde. Tegelijk doen de satellieten metingen aan elektrische velden, geladen deeltjes en radiogolven in een gebied tussen 190 en 23.000 kilometer boven het aardoppervlak. In de hoogst lopende satelliet zit een heel bijzonder soort kamera waarmee intussen boeiende poollichtopnamen zijn gemaakt.

Ruimtefoto's van poollicht

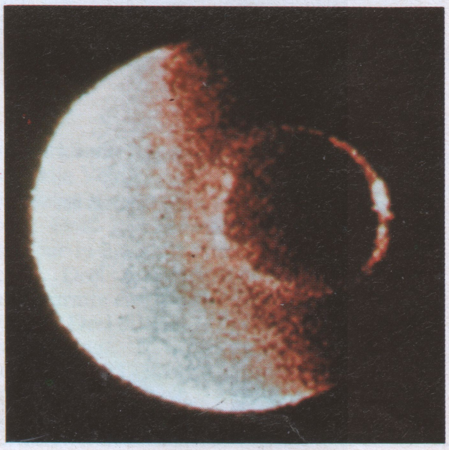
Het fotograferen van poollicht vanuit de ruimte is gemakkelijker gezegd dan gedaan, en wel om twee redenen. Allereerst ziet een kunstmaan van grote hoogte boven de poolgebieden altijd een deel van de Aarde verlicht. Dat deel is een miljoen keer zo helder als het poollicht zelf, dat door het weerkaatste zonlicht van de Aarde dan ook geheel wordt overstraald. De tweede reden is een wetenschappelijke. Het poollicht is aan de dagkant van de Aarde rustiger en gelijkmatiger dan aan de nachtkant. Onderzoek van poollicht aan de dagkant levert daarom gegevens op die aan de nachtkant in de onrust van het poollicht verloren gaan. Foto's van het poollicht zijn daarom van grote waarde als ze het licht ook aan de dagkant van de Aarde kunnen laten zien, maar daar is de overstraling net zo'n probleem. Voor de hooglopende kunstmaan (de Dynamics Explorer 1; de laaglopende heet Dynamics Explorer 2) werd daarom een kamera ontwikkeld die het overstralingsprobleem omzeilt. De kamera

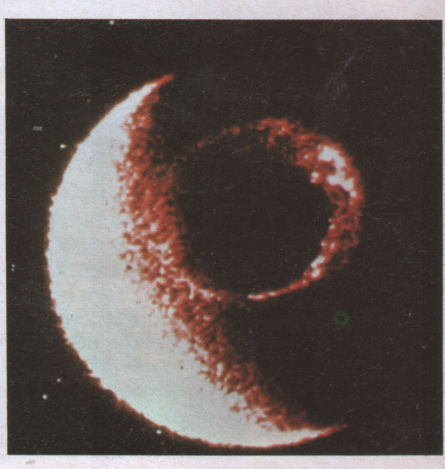
Deze drie foto's laten een oplichten van het poollicht zien onder invloed van een stoot geladen deeltjes afkomstig van de Zon. De eerste foto geeft een rustige situatie weer. In de tweede foto, 24 minuten later genomen, is het poollicht aan de nachtkant sterk verhevigd, en nog eens 24 minuten later (derde opname) blijkt de aktiviteit al weer minder geworden te zijn. Zo'n kortstondige aktiviteit noemt men een poollichtstorm.

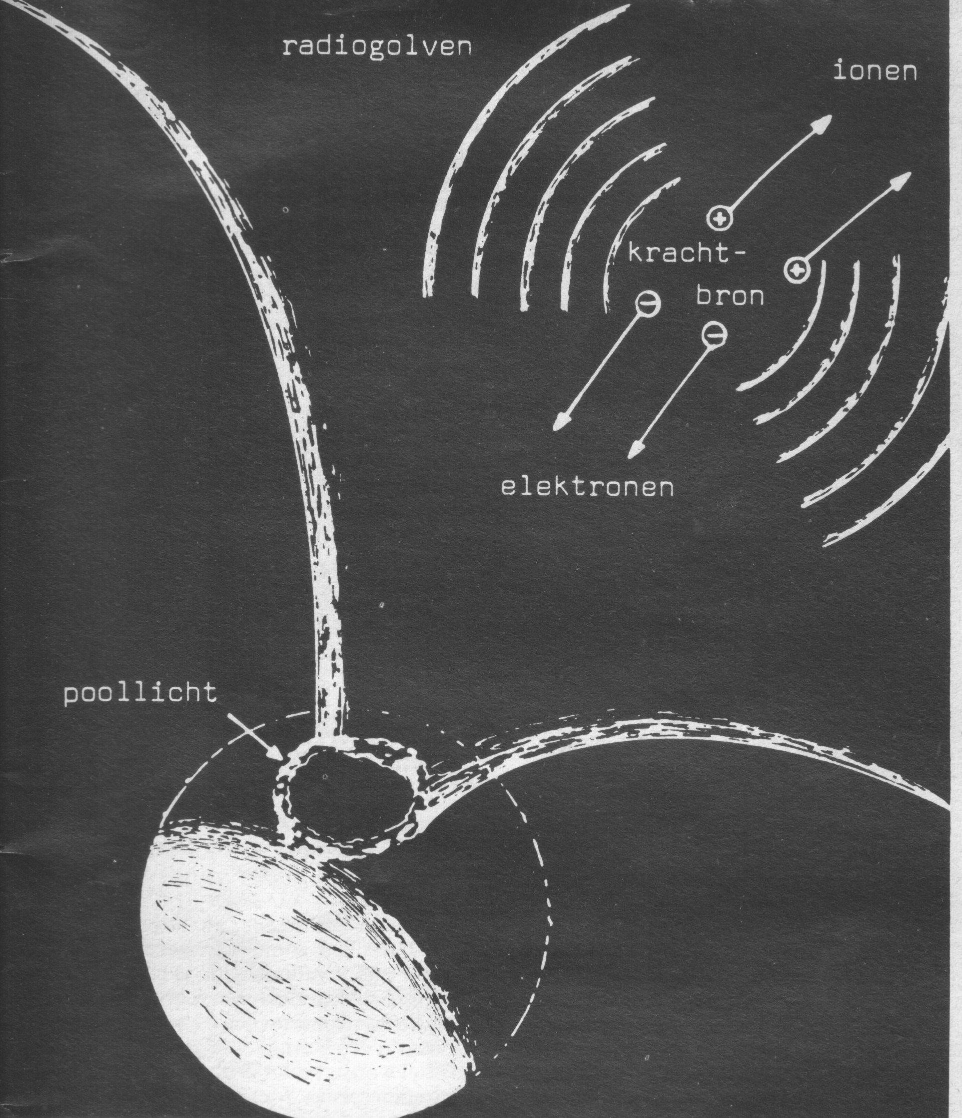




Dit is één van de eerste foto's die ooit vanuit de ruimte gemaakt zijn van een komplete poollichtgordel. De opname werd gemaakt met de Dynamics Explorer 1 van een hoogte van ongeveer 25.000 kilometer boven de noordpool op 15 september 1981. Heel typerend voor poollicht is een toename van de aktiviteit rond middernacht en rond 12 uur overdag. Dat blijkt uit de twee heldere gebieden die in de ring te zien zijn. Het heldere gedeelte links is de dagkant van de Aarde. Het vlekkerige patroon van de verlichte Aarde heeft te maken met lichtverstrooiing in onrustige "luchtcellen" op zo'n 120 kilometer boven het aardoppervlak. De foto is genomen tijdens een rustige poollichtperiode.







Boven de aardse poolgebieden zijn de magnetische veldlijnen ongeveer loodrecht naar het aardoppervlak gericht. Daar snellen geladen deeltjes rechtstreeks de hogere luchtlagen in en veroorzaken op hoogten rond 100 kilometer boven de Aarde een cirkel van poollicht. Op grote hoogte, waar de magnetische veldlijnen wijken, ontstaat een soort magnetische kloof waarin deeltjes uit de zonnewind gemakkelijk kunnen binnendringen. In die kloof ligt ook het krachtbrongebied voor het poollicht, waar elektronen worden versneld en zeer krachtige radiogolven worden opgewekt. Ter kompensatie van de negatief geladen elektronen die omlaag bewegen, verdwijnen positief geladen deeltjes omhoog.

heeft geen lens maar een stelsel van superglad gepolijste spiegels, die zogeheten superreflekterend zijn. Die spiegels weerkaatsen licht op een vrijwel perfekte manier. Daardoor treedt geen lichtverstrooiing op, iets wat in lenzen wel altijd gebeurt. Bovendien is de konstruktie van de kamera zo dat de spiegels maar een heel smal beeld zien; dat gaat overstraling nog eens extra tegen. De satelliet draait tien keer per minuut om zijn as en na elke omwenteling worden de spiegels iets verdraaid. Zo bouwt de kamera streep voor streep een foto op. De strepen worden op Aarde tot één beeld samengevoegd. Met deze techniek is de satelliet nu bezig de wolk van waterstofgas die om de Aarde hangt, te fotograferen. Ook zullen plaatjes van de ozonlaag (in ultraviolet) en van fluorescentie door organismen in de oceanen op Aarde gemaakt worden. Komende zomer gaat de satelliet het poollicht boven de Zuidpool te lijf.

Krachtbron voor poollicht

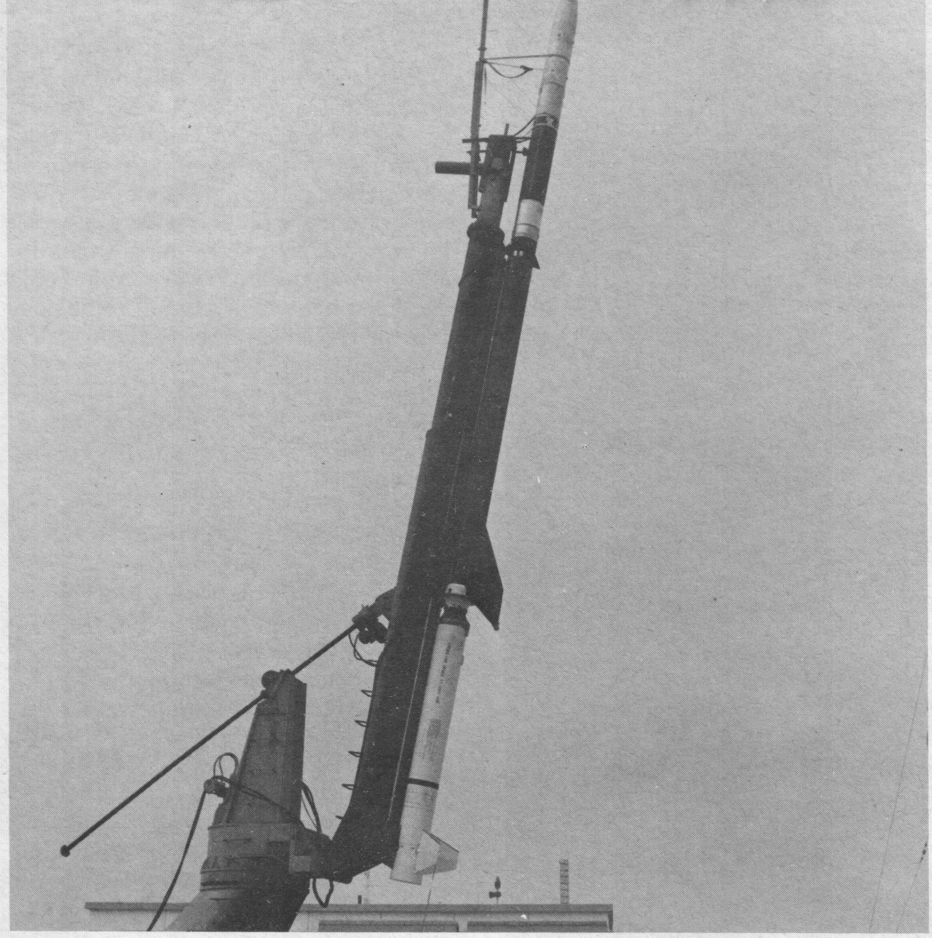
De twee kunstmanen zijn met andere instrumenten op zoek naar informatie over de processen die rond het poollicht een rol spelen. Het poollicht ontstaat doordat snelle elektronen de hogere luchtlagen binnendringen. Van belang is te weten hoe die elektronen, die uit de magnetosfeer komen, versneld worden. Heel wat waarnemingen wijzen erop dat de natuurlijke versneller gezocht moet worden op hoogten tussen 4800 en 13.000 kilometer boven de magnetische poolgebieden. Doordat de twee kunstmanen regelmatig op verschillende hoogte door een en dezelfde bundel magnetische veldlijnen vliegen, kunnen ze waarschijnlijk achterhalen hoe de versnelling in zijn werk gaat.
In dat versnellingsgebied worden ook zeer krachtige radiogolven opgewekt. Die hebben gewoonlijk frekwenties van 100 tot 200 KHz, maar bereiken soms wel 800 KHz. De golven bezitten een vermogen in de orde van duizend megawatt, en dat is zo'n 3000 keer sterker dan onze tv-signalen. Gelukkig voor ons worden ze door de ionosfeer tegen gehouden; dat bezorgt de ionosfeer de temperatuur die hij heeft. De radiogolven zijn in kracht vergelijkbaar met de radiostraling die Jupiter uitzendt. Omgezet naar het bereik van radiosignalen laten die golven karakteristieke fluktuerende tonen horen die ongeveer één sekonde duren en ongeveer 1 KHz in frekwentie variëren. De intensiteit van de golven varieert met de intensiteit van het poollicht.
In het gebied van het poollicht zelf worden laagfrekwente (20 Hz tot 20 KHz) radiogolven opgewekt met een vermogen van rond 100 megawatt. Die golven produceren, omgezet naar radiosignalen, een karakteristiek sissend geluid, met af en toe uitschieters daarin. Ze bewegen langs de magnetische veldlijnen van het poollicht weg.

Veranderingen in de tijd

De Dynamics Explorers werden gelanceerd toen een zonnevlekkenmaximum voorbij was en de Zon op weg was naar een volgend minimum in haar aktiviteit. Vóór het afgelopen maximum zijn ook metingen gedaan door kunstmanen. Er blijken nu opmerkelijke verschillen met toen. Zo zijn op de hoogte van het poollicht nu windsnelheden van meer dan 1600 kilometer per uur gemeten, en dat is meer dan dubbel zo hoog als indertijd. Op dezelfde hoogte werden temperaturen tussen 1500 en 2000 kelvin geregistreerd. Ook dat is meer dan indertijd. Verder bleek nu de hoeveelheid zuurstof daar in de dampkring viermaal zo hoog als tijdens het vorige zonnevlekkenminimum. Het is de vraag of dit met de zonnevlekkencyklus te maken heeft. Poollichtaktiviteit gaat in ieder geval wel samen met zonnevlekken aktiviteit.

Magnetische kloof

Het brongebied van de snelle elektronen bevindt zich op de hoogte waar de magnetische veldlijnen beginnen te wijken. Dat is het begin van een soort magnetische kloof die zich voortzet tot aan de rand van de magnetosfeer. Het bestaan van die kloof vereenvoudigt het binnendringen van geladen deeltjes van de zonnewind. Die kloof was onderwerp van een internationaal onderzoeksprogramma dat vorig najaar werd uitgevoerd.
Vanaf Cape Parry in Noordwest-Canada werden toen vijf grote sondeerraketten met in totaal zo'n dertig instrumentpakketten tot maximaal 681 kilometer hoogte geschoten. De raketten



Bij het onderzoek van de magnetische kloof, eind vorig jaar, werden ondermeer twee raketten van het type Black Brant X gebruikt. Het was voor het eerst dat deze nieuwe raket operationeel werd ingezet. De raket is een gezamenlijk Amerikaahs/Canadees/Brits/-Zweeds produkt. Foto Wallops Flight Center

werden aan het eind van de middag gelanceerd om het rustige poollicht van overdag te bestuderen. Omdat het bij Cape Parry toen ook overdag donker was, konden vanaf de grond gelijktijdig optische waarnemingen gedaan worden. Een andere reden voor de lancering in de middag is het feit dat het elektrische veld in het poollicht aan weerszijden van de "middaglijn" tegengesteld gericht is. In de morgen wijst het omhoog en na de middag omlaag. Dat wijst op verschillende werkzame mechanismen omdat het poollicht veroorzaakt wordt door -negatief geladen-elektronen en misschien op verschillende soor en ladingsdragers en dat zou iets over de gang van zaken in het krachtbrongebied van het poollicht kunnen vertellen.

Groot projekt in voorbereiding

Het onderzoek van de afgelopen winter was een voortzetting van metingen die met de Atmosphere Explorers C, D en E gedaan werden; die waren aktief vóór het laatste zonnevlekkenmaximum. Het was ook een aanvulling op en een voortzetting van het onderzoek met de ISEE 1, 2 en 3 (een NASA-ESA projekt) waarbij laag en hoog in de magnetosfeer en erbuiten in de zonnewind onderzoek wordt gedaan. Metingen worden ook gedaan met Russische kunstmanen en van tijd tot tijd met sondeerraketten van bijvoorbeeld Duitsers, Noren en Zweden. Een groot internationaal vervolg hierop wordt nu voorbereid. Onder leiding van de NASA worden voor het eind van de jaren '80 vier kunstmanen begroot. Een daarvan wordt ver weg in de ruimte op het Lagrangepunt L_1 gezet (als een soort opvolger van de ISEE-3). Een andere komt ver weg in de staart van de aardse magnetosfeer te staan. Een derde komt in een lage elliptische baan om de polen van de Aarde, met de mogelijkheid zijn hoogste baanpunt op te voeren tot 80.000 kilometer of nog meer. De laatste kunstmaan moet in een baan om de evenaar de stralingsgordels van de Aarde doorkruisen. Behalve het doen van metingen met deze kunstmanen moet het programma ook veel aanvullend praktisch en theoretisch onderzoek op Aarde omvatten. Hoewel het projekt, dat OPEN gaat heten (een afkorting van Origin of Plasma in Earth's Neighborhood), nog geen officiële goedkeuring en dus financiering heeft, is de wetenschappelijke voorbereiding, zoals het uitwerken van onderzoeksvoorstellen en het bedenken van instrumenten, in volle gang.

Energienieuws

Hotel bezuinigt op energie

Het twaalfhonderd kamers tellende hotel "Mandarin" in Singapore heeft dankzij een eenvoudig apparaatje een energiebesparing van 20 procent weten te bereiken. Het gaat om een vinding van de Roemeense Unesco-ingenieur Ofer Bar, die in Singapore is gestationeerd.
Hij ontwierp een kastje waarin de hotelgast de hanger van zijn hotelkamersleutel moet steken. Die hanger, waar als regel ook zijn kamernummer op staat, zorgt ervoor dat de energievoorziening in de hotelkamer wordt aangesloten. Gaat de gast weg, dan moet hij zijn sleutel meenemen (en inleveren bij de receptie) en dan is automatisch de energievoorziening in zijn kamer "uit" gezet. Gewoonlijk laten hotelgasten licht, tv en andere apparaten aan staan wanneer zij hun kamer verlaten, en dat betekent een energieverspilling van twintig procent. Energyguard, zoals het kastje heet, heeft zijn installatiekosten in de "Mandarin" in vier maanden tijd terugbetaald. GJvL

Sovjet-Unie bouwt eerste zonne-energiecentrale

Aan de oever van de Zee van Azov bouwt de Sovjet-Unie een zonne-energiecentrale. In een veld met een doorsnede van 500 meter worden zonlichtreflektoren gebouwd die het licht weerkaatsen naar een 89 meter hoge toren waarin een stoomketel zit. Het water in die ketel wordt, onder druk, verhit tot 250 à 300 graden celsius. Met de stoom wordt vervolgens een turbine aangedreven die een vermogen van 500 kilowatt moet opwekken. De centrale is bedoeld als projekt om ervaring mee op te doen voor het bouwen van meer van dit soort centrales. De hele opzet doet sterk denken aan het Eurelios-projekt op Sicilië. J.T.

Nederlands onderzoek naar warmtepompen

Het ministerie van ekonomische zaken heeft afgelopen januari een bedrag van 15,5 miljoen gulden toegezegd aan het Projectbureau Energieonderzoek TNO in Apeldoorn ten behoeve van het landelijk onderzoekprogramma warmtepompen. Als middel om energie te besparen is de warmtepomp aantrekkelijk, omdat hij warmte levert die voor een deel aan de omgeving (oppervlaktewater, bodem, lucht) wordt onttrokken. Ten opzichte van de huidige verwarmingsinstallaties zijn besparingen van zeker 40% op het energiegebruik goed haalbaar met de warmtepomp. Naar verwachting komen de eerste gasgestookte warmtepompen voor eengezinwoningen in 1984/1985 op de markt. Wanneer de warmtepomp een beetje snel ingevoerd kan worden, zodat in het jaar 2000 bijvoorbeeld 35% van alle woningen en andere gebouwen zo'n pomp heeft, kan daarmee jaarlijks 2 à 3 miljard kubieke meter aardgas bespaard worden. Bovendien zou het installeren voor 5000 tot 12.500 mensen werk opleveren. De prijs per pomp zou tussen de 5000 en 8000 gulden gaan liggen; door de besparing die bereikt wordt, is dat bedrag in vijf tot tien jaar terugverdiend.

Een getijdecentrale in Nederland?

De getijden vormen voor ons land in bepaalde omstandigheden een rendabele bron van energie. Dat zegt ir. W.W.Massie van de afdeling Civiele Techniek van de TH Delft. Hij denkt daarbij niet aan grootschalige energieprojekten, maar aan meer lokaal gerichte opwekking van energie. Massie heeft vooral de Westerschelde op het oog, en in het bijzonder de Geul van Zimmerman bij het Zeeuwse plaatsje Bath. Het getijdeverval daar is 5,2 meter. De vloedstromingen door de Geul van Zimmerman zijn zo sterk dat de scheepvaart er hinder van ondervindt. Bij Rijkswaterstaat wordt daarom al enige tijd gedacht aan het afsluiten van die geul. Daarbij zouden volgens Massie twee vliegen in een klap geslagen kunnen worden. De scheepvaart zou van een hinderlijk obstakel verlost worden en men zou door de afsluitdammen een beetje gunstig te leggen, meteen een bekken verkrijgen met een netto-oppervlak van ongeveer 8 km^2. Massie denkt dan aan een dam dwars over de geul, even ten oosten van Zimmermanpolder, die dan doorloopt op de zuidelijke rand van de Platen van Valkenisse en verder tot en met de plaat van Walsoorden. Daarna wordt ook een dam gelegd langs de noordelijke kant van de platen langs de Geul van Zimmerman en dwars over de Schaar van Valkenisse. De getijdecentrale zelf zou dan het beste in het afgesloten deel van de Geul van Zimmerman gesitueerd kunnen worden. Daar is het getijverschil het grootst en de aansluiting op het elektriciteitsnet het eenvoudigst. In het bekken zou men ook kunnen experimenteren met kleine turbine in het water. Bij een gebruikt totaal drukhoogteverschil van 1,5 tot 2,5 meter zou met twintig turbines een vermogen tussen 9 en 18 megawatt opgewekt kunnen worden. Een groot voordeel van een getijdecentrale is dat het verloop van het getij gemiddeld goed bekend is en voorspeld kan worden. Voor golven op zee, en daarmee energie uit die golven, geldt dat veel minder en die vorm van energiewinning is voor ons land dan ook onhaalbaar.

Getijde-energie in Engeland

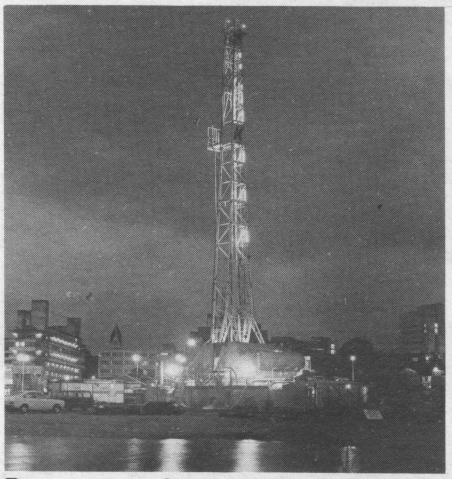
Engeland bezit een lange kustlijn met tal van estuaria, brede riviermondingen waarin de zee soms ver het land binnendringt. Vooral langs de westkust wordt in die estuaria het getijdewater hoog opgestuwd. Naar schatting zou Engeland dan ook 20% van zijn energiebehoefte kunnen dekken uit de getijde-energie. In het geval van de monding van de rivier de Severn in Zuid-Wales komt men daarbij op een geschatte kilowattuur-prijs van nog geen 13 cent! Ook elders kan betrekkelijk goedkoop energie uit het getij worden opgewekt. Wel moeten er dan voldoende efficiënte centrales gebouwd kunnen worden, en daar richt zich nu heel wat onderzoek op.

Vulkaanenergie uit de Eifel?

Geologen van de universiteit van Bochum zijn met een subsidie van het Westduitse ministerie van onderzoek en technologie boringen aan het verrichten op twee plekken in de Eifel. Een daarvan ligt bij de bekende Laacher See, een zogeheten maar. De geologen proberen te achterhalen of zich in de ondergrond hier nog heet magma bevindt. De Eifel vertoont een hoop sporen van een -geologisch gesproken- kortstondig vulkanisme dat op sommige plaatsen tot zo'n 10.000 jaar geleden aktief was. Mochten magmahaarden in de ondergrond nog voldoende heet zijn, dan zou men daar energie aan kunnen onttrekken door water naar die diepte te pompen en de stoom, die ontstaat door kontakt met het magma, via een tweede boorgat weer omhoog te halen. Over de uitkomst van dit onderzoek valt op dit moment echter nog niets te zeggen.

Aardwarmtestad Southampton

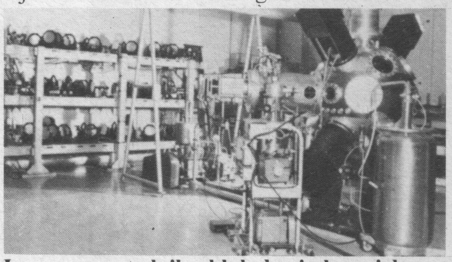
In het hartje van de Zuidengelse stad Southampton staat een boortoren. Die baant de weg naar een gesteentelaag op 1700 meter diepte, waar zich volgens geologen een van de grootste ondergrondse warmtereservoirs van Groot-Brittannië moet bevinden. In een geschikt reservoirgesteente is daar water met een temperatuur van 70 graden celsius aanwezig. De warmtebron zou dit jaar al kunnen gaan leveren, en over vier jaar zou een groot deel van Southampton indirekt zijn verwarmingsenergie uit deze bron kunnen betrekken. Door één boorgat pompt men water omlaag en door een tweede haalt men het weer omhoog. Het heeft dan een temperatuur van 21 graden celsius gekregen. Dat water gaat dan naar een verwarmingscentrale die het verder opwarmt en via een stadsverwarmingssysteem Southampton rondpompt.



Boren naar aardwarmte in het hartje van de Engelse stad Southampton.

Groen licht voor kernfusie

In het Rutherford Laboratorium in het Engelse Harwell staat een zeer krachtige laser intens groen licht uit te stralen. Daarmee worden kleine bolletjes van glas en plastic en gevuld met deuterium en tritium bestookt. Het gaat om een experiment om met laserbestraling kernfusietemperaturen te bereiken (zie het kernfusie-artikel in A&K 3/1982). In de Verenigde Staten is een experiment met infrarood laser gaande. De Britten gebruiken, als volgende stap, opzettelijk groen licht. Dat heeft twee voordelen. Met groen licht kan een druk op de bolletjes en hun inhoud uitgeoefend worden die drie maal zo hoog is als met infrarood. Door die geweldige druk wordt in de bolletjes het materiaal tot 100 miljoen graden verhit. Daarbij verdampen bol en inhoud volkomen en ontstaat voor korte tijd een zeer heet gas waarin het kernfusieproces kan verlopen. Om het gas aan te vullen en het proces op gang te houden, worden in een hoog tempo grote aantallen bolletjes verdampt. Het verhitten van de bolletjes moet echter niet te snel verlopen, omdat het bolletje dan explodeert voordat de gewenste hoge temperatuur bereikt is. Met groen licht kan men de druk hoog houden, terwijl tegelijk de verhitting voldoende gelijkmatig verloopt, en dat is het tweede voordeel van groen licht. Intussen zijn de Amerikanen bezig aan de bouw van



In een soort duikerklok bevinden zich zes bolletjes met deuterium en tritium die door laserlicht dat via de spiegels op de achtergrond naar de "klok" komt, bestraald en tot hoge temperatuur gebracht wordt.

een groenlicht laser en denken de Britten aan een ultraviolet laser, waarbij de werking nog krachtiger is. De Britse onderzoekers verwachten dat de lasertechniek over een jaar of twintig operationeel kan zijn. Tegen die tijd zullen ook de eerste fusiereaktoren die met magnetische opsluiting van het hete gas werken, in bedrijf kunnen komen. Waarschijnlijk zullen trouwens beide technieken naast elkaar toepassing kunnen vinden. Wat dat betreft is het Rutherford Laboratorium goed gesitueerd. Vlakbij ligt Culham en daar wordt de JET, de experimentele Europese opstelling voor een fusiereaktor gebaseerd op magnetische opsluiting, momenteel opgebouwd.

Kleurstoffen voor zonne-energie

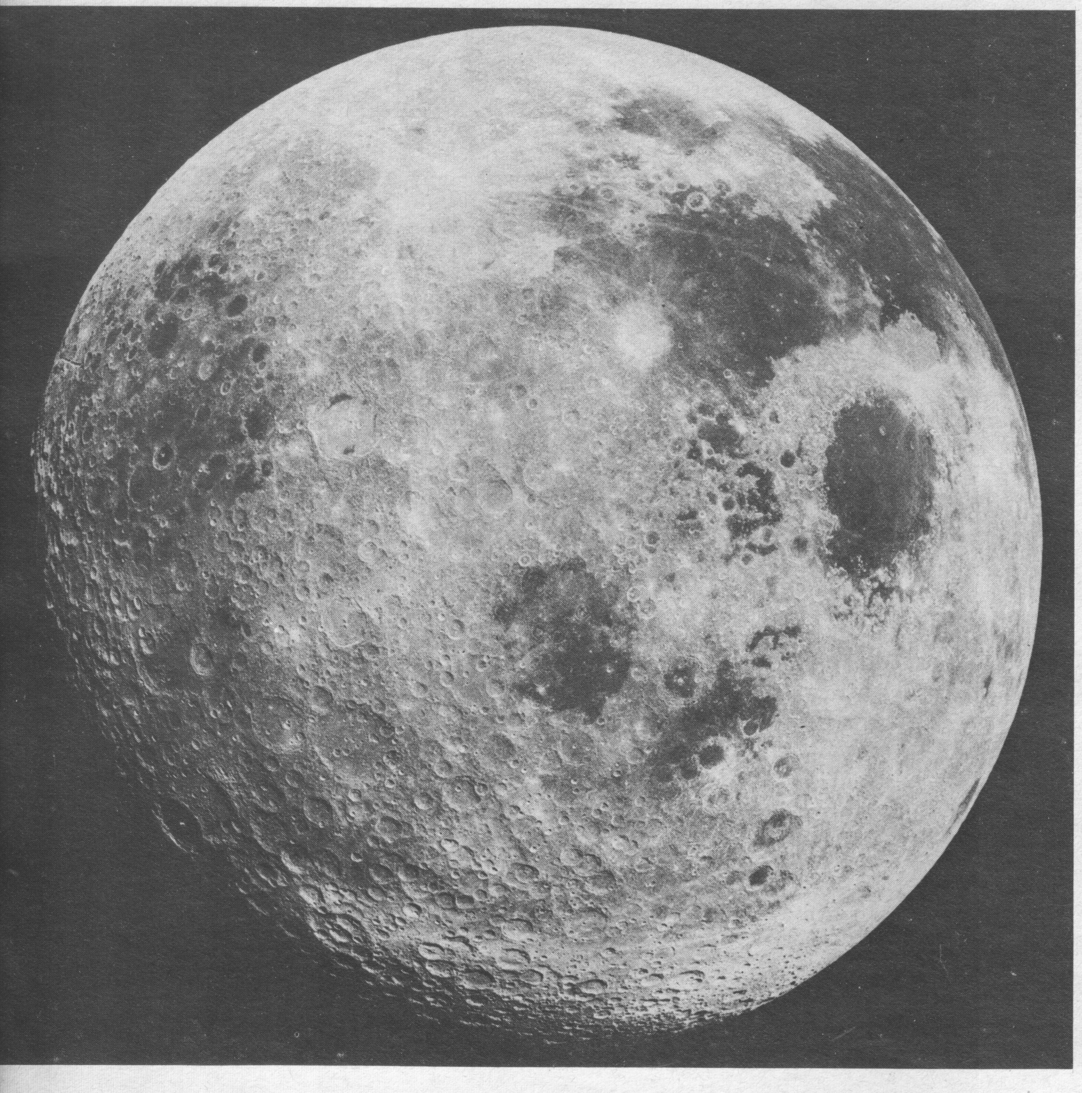
Het is al vaak gezegd, zonnecellen hebben in ons klimaat weinig rendement. Dat, plus de nog altijd hoge produktiekosten maken die cellen ekonomisch weinig aantrekkelijk. Zelfs in gebieden met een zonnig klimaat zijn de cellen aan de dure kant. Daar komt dan nog bij dat zonnecelpanelen een volginrichting moeten hebben om steeds zo voordelig mogelijk naar de Zon gekeerd te zijn. Er wordt, om het rendement van zonnecellen te verhogen, daarom al geruime tijd gespeurd naar betere oplossingen, en die zoekt men onder andere in het gebruik van kleurstoffen. Die stoffen moeten zonlicht opnemen, waardoor ze gaan fluoresceren en de opgenomen energie op een langere golflengte weer uitzenden. In de praktijk moeten ze bovendien in één bepaalde richting stralen. De kleurstoffen worden verwerkt in platen waarop zonlicht valt. Om niets het zonlicht in de weg te staan, moet de fluorescentie de platen aan de zijkanten weer verlaten. Daar monteert men dan zonnecellen die van de straling profiteren. Een dergelijke konstruktie heeft alleen zin als de fluorescentie tegen de 100% is. Onderzoekers van de universiteit van East Anglia in Norwich, Engeland blijken op de goede weg te zijn. Zij hebben kleurstoffen ontwikkeld die er veelbelovend uitzien. Op dit moment wordt een proefopstelling gebouwd waarmee dan praktijkomstandigheden nagegaan worden. Als het geheel goed werkt, moet het rendement tot 50 keer zo hoog zijn als van een gelijk oppervlak aan zonnecellen. De fluorescentieplaten kunnen daardoor heel wat goedkoper worden dan zonnecelpanelen, ook al omdat de Zon niet meer gevolgd hoeft te worden.

Vulkanisme op de Maan

Dr.J. van Diggelen

Onze dichtstbijzijnde buur is de Maan, een hemellichaam waarvan de straal ongeveer een kwart van die van de Aarde is en dat op ongeveer 384.000 km van ons verwijderd in ongeveer 28 dagen een keer om onze planeet heen loopt. Vulkanisme op de Maan is eeuwenlang een onderwerp van diskussie geweest. Immers, in ieder maanlandschap zien we enorm veel kraters. Vóór de tijd van maanreizen waren er zowel geleerden die meenden dat die kraters door vulkanische processen waren ontstaan, als anderen die beweerden dat het inslagkraters waren, vergelijkbaar met aardse meteorietkraters. Tot aan de tijd van de Apollotochten is er eindeloos hierover gediskussieerd. Tenslotte scheen de inslagtheorie de juiste te zijn. Allerlei argumenten pleiten daarvoor. Het eindigde met de komst van de maanstenen, die tenslotte de beslissing brachten.

Niettemin weten we nu ook dat het vulkanisme wel een grote rol heeft gespeeld bij de vorming van het tegenwoordige maanoppervlak. Iedereen kent de donkere vlekken die we gemakkelijk op de Volle Maan kunnen zien. Deze worden vlakten of maregebieden genoemd (in het Latijn maria). Het zijn enorme plateaubazalten, ontstaan door het uitvloeien van geweldige hoeveelheden sterk basische lava over laag gelegen terrein. Opnamen vanuit ruimtesondes, en speciaal de Lunar Orbiters en de Apollo's, vertonen zeer fraaie voorbeelden van over elkaar heen gevloeide lavastromen en de daarbij optredende fronten. Vele zijn tongvormig gebogen, karakteristiek voor de begrenzing van een vloeistof die zich onder de invloed van de zwaartekracht over het golvende oppervlak van de Maan heeft voortbewogen. De dikte volgt uit de soms meetbare schaduwen; de steilste delen van de fronten bereiken hoogten tot 25 meter. Opnamen met een groot oplossend vermogen laten zien dat er meestal een vrij geringe glooiing is aan de voet van zelfs de steilste delen van zo'n front. Afzonderlijke lavastromen bedekken uitgestrekte gebieden van tienduizenden vierkante kilometers; ze zijn groter dan in de meeste gevallen op Aarde. Sommige lavastromen op de Maan zijn meer dan 1000 kilometer lang en dat is alleen mogelijk bij zeer geringe viskositeit en enorme hoeveelheden uitgestroomd materiaal. Aardse schildvulkanen met zeer geringe hellingen zijn uit Idaho (VS) en van de Faroereilanden bekend en het is mogelijk dat sommige maanvlakten eigenlijk bestaan uit een reeks aaneengegroeide schildvulkanen met een zeer geringe hellingshoek.



De Maan is bezaaid met kraters. Deze fraaie opname werd gemaakt door de Apollo-17 astronauten en toont links een deel van de vanaf de Aarde nooit zichtbare maanhelft vol kraters. Rechts boven enkele maanvlakten.

Lavasoorten en lavastromen

De chemische samenstelling van de maangesteenten geeft ons aanleiding om aan te nemen dat de lava op de Maan een lage viskositeit had en daardoor over soms meer dan duizend kilometer kon uitstromen. Gedurende het uitstromen van de lava en het uitvloeien van de lavastroom blijft de temperatuur in die stroom praktisch overal even hoog en bijna gelijk aan de temperatuur waarmee de lava uit de pijp tevoorschijn kwam. Afgekoelde lava is alleen te vinden in een dunne laag aan het oppervlak van de lavastroom en onderaan waar die kontakt maakt met de bodem. Hulme en Fielder onderzochten het gedragspatroon van lavastromen. Zo'n stroom bestaat uit een brede centrale laag met aan weerskanten zijdelings aflopende "oevers". Tijdens het verloop van de beweging blijft het profiel van de doorsnede min of meer kon-



De meteorietkrater in Arizona is een van de meest bekende aardse inslagkraters. De meeste maankraters zijn niet vulkanisch maar lijken veel op deze aardse krater.

stant. Het blijkt dat de taaie lavastroom alleen verder vloeit als de hoogte groter is dan een bepaalde kritische grens. Zodra die grens wordt overschreden, kan de stuwkracht de lavamassa verder duwen. Dat dit langs steile hellingen eerder plaats vindt dan langs een gering glooiend terrein is duidelijk. Nadat de stroom vast is geworden, kan men de kritische grenshoogte aan het eind bepalen en uit de opgemeten helling van het terrein de stuwkracht berekenen. Zulke metingen van de stuwkracht van aardse lavastromen zijn helaas schaars, maar blijken (zoals te verwachten was) samen te hangen met het gehalte aan siliciumdioxde. Dat komt door de ruimtelijke struktuur van de SiO_2-molekulen, die een tetraëdervorm hebben en geneigd zijn zich in lange rijen aan elkaar vast te hechten. Dergelijke langwerpige molekulen remmen de voortbeweging van het magma, zodat daarvoor meer stuwkracht nodig is.

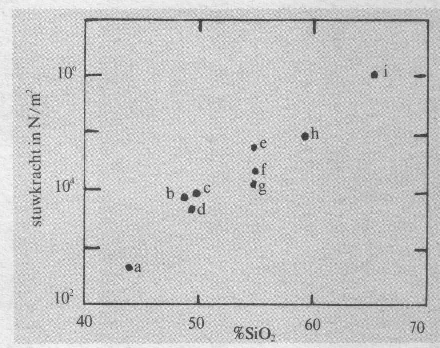
Hulme en Fielder bepaalden de grootte van de stuwkracht van verschillende aardse lavastromen en vonden een lineair verloop met het SiO_2-gehalte. Zij deden dat ook voor een lavastroom op de Maan aan de hand van opnamen van de Apollo-15. Deze ligt in de Mare Imbrium (dat is de grote vlakte links boven op de Volle Maan). Omdat bij de Apollotochten ook maanstenen uit dit gebied waren meegenomen, konden zij het SiO_2-gehalte daarvan ook te weten komen (dat bleek 44% te zijn). De diepte van deze stroom was 25 meter en de viskositeit cirka 100 poise. In ieder geval blijkt dat dit maanmagma een nog geringere viskositeit bezat dan de aardse magma's.

Lavatunnels en maanrillen

We onderscheiden op Aarde twee soorten lava: *bloklava* (aa-lava) en *touwlava* (pahoehoe- lava). Bloklava is onregelmatig gestold en al vast geworden blokken zijn door de nog vloeibare stroom meegevoerd, vaak omvergeworpen en weer gedeeltelijk gesmolten, zodat het



De maanvlakte Mare Imbrium bij lage zon. Links van het midden werpt de berg Lahire een zeer lange schaduw over de vlakte. De gebogen, als tongen vooruitstekende, grenzen van lavastromen zijn duidelijk zichtbaar in de bovenste helft van deze Apollo-15 opname.

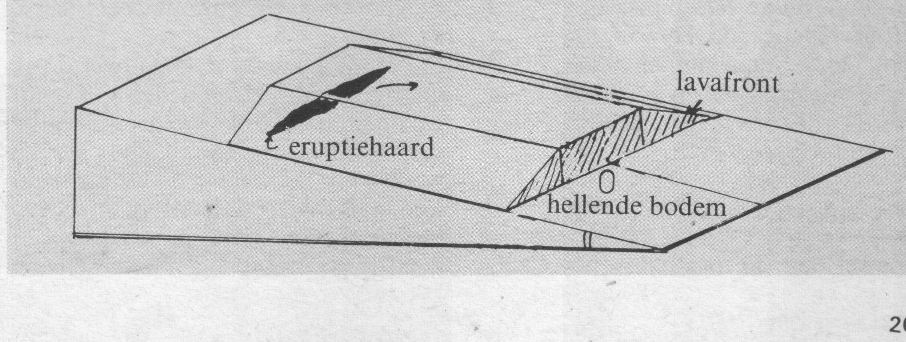


Verband tussen de stuwkracht in een lavastroom en het SiO_2-gehalte van de lava. Betekenis van de letters: a = maanlava uit Mare Imbrium; b = Etna, 1966; c = Mauna Loa, 1942; d = Oo-sima, 1951; e = Tristan da Cunha; f = Hekla, 1947; g = Paracutin, 1945; h = Teide; i = Chao-daciet uit Chili.

oppervlak, bestaande uit scherpe, kantige blokken, zeer onregelmatig en onbegaanbaar is. Bij touwlava stolt eerst de bovenlaag. Daaronder blijft de lava doorstromen, waardoor de bovenlaag wordt gerimpeld. Deze rimpels lijken soms op dikke touwen. Hierin komen vaak lavatunnels voor.

Ook op de Maan hebben zich lavatunnels gevormd. Door de veel geringere viskositeit van het magma en de kleinere aantrekkingskracht die aan het maanoppervlak werkt, zullen de lavatunnels van grotere omvang zijn dan die op Aarde. Op de vlakten vindt men veel kronkelende smalle valleien, die op uit-

Schematische bouw van een lavastroom. Het lavafront heeft de bouw van een trapezium. De kritische hoogte daarvan hangt samen met de stuwkracht in het front.





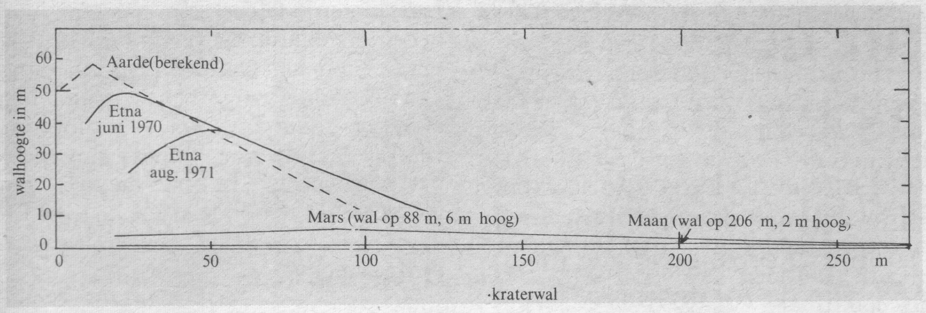
gedroogde rivierbeddingen lijken en *rillen* worden genoemd. Hun afmetingen zijn echter te groot om als lavatunnels te kunnen worden opgevat. Waarschijnlijk ontstonden ze door smelten van het ter plaatse aanwezige bodemgesteente toen dit door de lava werd overstroomd. Zulke verschijnselen zijn ook bij de Kilauea op Hawaii waargenomen. Op de Maan kunnen zich zo sinusvormige rillen hebben gevormd, waarvan de zijkanten later afkalfden door erosieprocessen.

Verschillen tussen Aarde en Maan

Hoewel ook de maanvlakten volledig door lavastromen bedekt zijn geworden, zal men er weinig overeenkomst met een aardse lavastroom in vinden. Bij bestudering van het vulkanisme op de Maan stuiten we namelijk op een ingrijpende moeilijkheid, die zich ook min of meer bij de ignimbrieten op Aarde voordeed. Op onze planeet zien we op dit moment processen en kunnen daaruit konklusies trekken over de gebeurtenissen in het verleden (ervan uitgaande dat dergelijke processen in het verleden niet wezenlijk anders zijn geweest). Op de Maan zien we echter alleen maar de resultaten van vroegere processen. Op Aarde kunnen we bovendien de gevormde lagen en gesteenten

De soms honderden kilometers lange slingerende valleien in de maanbodem worden rillen genoemd, zoals de Hadley rille (Rima Hadley, linksonder) op deze Apollo-17 opname.

gemakkelijk ter plaatse onderzoeken en bovendien door boringen en andere experimenten de diepere ondergrond bestuderen. Op de Maan is dat nog maar op enkele plaatsen gedaan en die "speldeprikken" moeten we proberen aan te vullen met een enorme hoeveelheid fotomateriaal en andere fysische metingen. Voor Mars en Venus geldt iets dergelijks, terwijl we bij Mercurius alleen nog maar over foto's beschikken.
Radioaktieve ouderdomsbepalingen



Een door MacGetchin berekend model van een adventiefkrater van de Etna (stippellijn) vergeleken met het waargenomen model. Dezelfde onderzoeker ging ook na hoe het profiel van deze krater er uit zou zien op Mars of op onze Maan.

van maanstenen leiden tot een ouderdom die varieert van 3,2 tot 4,6 miljard jaar. Recenter maanmateriaal is (tot nu toe) nooit aangetroffen. Blijkbaar ontstonden de enorme plateaubasalten op de maanvlakten meer dan drie miljard jaar geleden en is de Maan al lang vulkanisch inaktief.

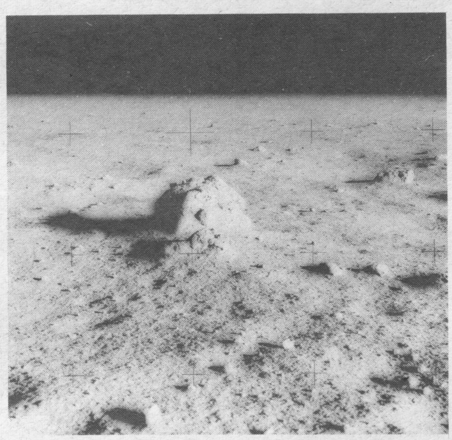
Niet-vulkanische externe processen in de lange tijd daarna hebben het oppervlak ingrijpend gewijzigd en diverse soorten erosie veranderden die miljarden jaren oude bodem, zodat de oorspronkelijk met lavastromen bedekte vlakten nu vergruisd zijn tot een meters dik, zanderig, zeer poreus puin (het zogenaamde regoliet) met een gemiddelde korrelgrootte van 0,03 mm. Alleen op sommige plaatsen liggen nog restanten van het oorspronkelijke gesteente als individuele "zwerfstenen" of als groepen enorme rotsblokken, die weinig meer herinneren aan het beeld dat wij op Aarde hebben van een lavastroom. Al zijn enkele van die oude lavastromen als zodanig in grote lijnen nog op foto's te herkennen, in detail is hun oppervlaktestruktuur volkomen gewijzigd.

Ook de grote kraters die in grote getale op de Maan te zien zijn en waarvan de meeste astronomen menen dat ze grotendeels door inslagen van buiten ontstonden, zijn in de lange geschiedenis van de Maan soms sterk verweerd. Morfologische klassifikatie van deze objekten is misschien een mogelijkheid om hun ouderdom te bepalen.

Tufringen in Alphonsus?

Hoewel vele astronomen al vóór 1960 de overtuiging hadden dat op de Maan geen recent vulkanisme meer voorkomt, was niet iedereen het daar mee eens. In de vijftiger jaren verwekte de Rus Kosyrev opzien met zijn waarnemingen van de grote krater Alphonsus. Hij meende gedurende perioden van enkele minuten lichtende gaswolken te zien in de omgeving van de centrale berg van die krater en schreef ze toe aan ontgassingen van postvulkanische aktiviteitscentra. Niet iedereen nam de juistheid daarvan aan, maar toen de Ranger-9 zeer gedetailleerde foto's van de kraterbodem naar de Aarde seinde, meende men dat er toch merkwaardige dingen op te zien waren. Een aantal kleine kraters op de bodem van Alphonsus is omringd door een donkere halo en daaruit konkludeerde Kopal dat ze sterk op aardse maare leken, omringd door een tufring van donker uitgeworpen materiaal.

In de afgelopen jaren is door MacGetchin en zijn medewerkers een studie gemaakt van de Noordoostkrater. Dat is een adventiefkrater van de Etna, die zich daar sedert 1911 heeft gevormd. Ze berekenden met een ballistische analyse de vorming van het kegelprofiel uit de hoeveelheid, de grootteverdeling, de richting en de snelheid van het uitgeworpen materiaal. Zo bereikten ze theoretisch een uitstekende overeenkomst met de bestaande berg. Passen ze nu hun berekeningen toe op een eventuele maaneruptie van dezelfde orde, dan blijkt die daar door de veel geringere versnelling van de zwaartekracht en door het ontbreken van luchtweerstand (de Maan heeft immers geen dampkring) te leiden tot een tufring in plaats van tot een kegelberg. Zulke kleine objekten als in Alphonsus, omringd door een donkere halo, kunnen dus tufringen zijn. Groepen van dergelijke explosiekraters vormen geen rijen van vulkanen met kegelbergen, zoals op Aarde, maar een zeer zwak golvend heuvelig terrein bezaaid met uitgeworpen brokken (ejecta), zoals we op de Maan vaak waarnemen.



Enkele kleinere rotsblokken, restanten van de verdwenen lavavelden, waarvan de struktuur alleen nog maar op satellietopnamen te zien is, liggen nu verspreid in de "zandwoestijn" van de maanbodem. Foto NASA

Alle maanfoto's, tenzij anders vermeld, National Space Science Data Center. Alle overige illustraties dr. J. van Diggelen



De bodem van de grote krater Alphonsus bevat een aantal kleinere kraters, omringd door een donkere halo. In het door zwarte merktekens aangegeven vierkant linksboven ligt er een precies op de rille. De halo vult een groot deel van het vierkant. In het onderste deel van het vierkant ernaast ligt er ook een. Ze werden eerst voor maare en later voor tufringen gehouden. Misschien zijn het echter toch wel inslagkraters. Foto NASA

De diameter van de donkere halokraters in Alphonsus is ongeveer 1 kilometer, terwijl de halo's zelf 3 à 4 kilometer in doorsnede meten. Lavastromen ontbreken echter geheel. Dat we evenwel uiterst voorzichtig moeten zijn met het toekennen van een vulkanisch karakter aan bepaalde objekten, bleek tijdens de reis van de Apollo-17. Daarbij landde men in het Taurus-Littrow gebied in een vallei met donkere oppervlaktelagen waarvan men aannam dat het vulkanisch materiaal was, afkomstig van naburige tufringen. Men hoopte dat dit laat in de geologische geschiedenis van de Maan zou zijn ontstaan en dat men hier dan ook betrekkelijk recent vulkanisch materiaal zou aantreffen.

Op foto's van geringe hoogte bleek echter dat veel van die zogenaamde tufringen in dit gebied zeer jonge inslagkraters waren waaruit bij hun ontstaan donker materiaal uit diepere lagen was weggeslingerd. De gevonden maanstenen bleken helemaal niet door een recente vulkanische uitbarsting te zijn ontstaan, maar even oud, zo niet ouder dan het materiaal dat van eerdere Apollo-expedities was meegenomen. Het waren merendeels breksies die ten gevolge van inslagen waren gevormd door versmelting van vroeger gevormde gesteenten tijdens de bij die inslagen optredende schokeffekten. ecent vulkanisme ontbrak, zodat het zeer de vraag is of de Alphonsuskratertjes wel tufringen zijn.

De struktuur van het interstellaire gas en stof

Drs. Wilfried Boland

De ruimte tussen de sterren is gevuld met een ijl gas en met stof. Dit gas en stof wordt ook wel de interstellaire materie genoemd. Hoewel die materie 99,9% van de ruimte in onze melkweg inneemt, vertegenwoordigt hij maar 5% van de totale massa van de melkweg. Het merendeel van de materie is gekoncentreerd in sterren.

De materie die door de ruimte verspreid is, heeft ruwweg dezelfde samenstelling als de Zon: 70% van de massa bestaat uit waterstof, 28% uit helium en de resterende 2% komt van de zwaardere elementen waarvan zuurstof, koolstof en stikstof de belangrijkste bestanddelen vormen. Ongeveer de helft van de zwaardere elementen is gekondenseerd in interstellaire stofdeeltjes. De gemiddelde dichtheid in de interstellaire ruimte bedraagt ongeveer één waterstof atoom per kubieke centimeter. Op kleinere schaal treden echter aanzienlijke verschillen op in de dichtheid en temperatuur van de interstellaire materie. In de tabel is hiervan een overzicht gegeven. Men ziet in deze tabel dat 80% van de materie gekoncentreerd is in wolken van molekulaire en neutrale waterstof (de zogeheten H I-wolken) die samen slechts 5,5% van de ruimte vullen. De helft van de ruimte wordt gevuld met een zeer ijl, heet gas. Hieronder gaan we de verschillende vormen waarin de interstellaire materie voorkomt, nader bekijken.

Het koronale gas

Onderzoek van de ultraviolette spektra van jonge hete sterren met behulp van de Copernicus-satelliet (de OAO-3) heeft in 1973 geleid tot de ontdekking van een zeer hete komponent van de interstellaire materie. In de richting van een veertig O en B sterren (dat zijn jonge, hete sterren) werd tegen de achtergrond van het sterlicht een absorptielijn van vijfmaal geïoniseerde zuurstof (O VI) gemeten. Om zuurstof vijfmaal te ioniseren, is een temperatuur van 100.000 tot 1.000.000 kelvin nodig. Deze absorptielijn kan onmogelijk door een hete ster (met een oppervlaktetemperatuur van 20.000 tot 40.000 K) veroorzaakt zijn. Dit hete koronale gas is interstellair en wordt geproduceerd en op temperatuur gehouden door supernova-explosies. Tijdens zo'n explosie wordt een schil materie met hoge snelheid (10.000 km per sekonde) de ruimte ingeslingerd. Tijdens zijn passage door het interstellaire gas verhit deze uitzettende schil het gas. Het koronale gas kan door zijn geringe dichtheid moeilijk afkoelen zodat twee tot vier supernova's per eeuw ruim voldoende zijn om al het koronale gas in onze melkweg op temperatuur te houden.

H II-gebieden

Een H II-gebied is een wolk van geïoniseerd waterstofgas (H II) rondom een jonge hete ster. De ionisatie ontstaat en wordt instand gehouden door het ultraviolette licht van de ster. De helderste en meest kompakte H II-gebieden zijn



De Orionnevel is een bekende kraamkamer van sterren. Tegen een achtergrond van lichtende nevels steken flarden van donkere, meer of minder dichte wolken gas en stof af. Foto J.A.R.Suurmond

Tabel De toestand van de interstellaire materie (naar D.D.Clayton)

fase	indikator	temperatuur (kelvin)	dichtheid (per cm^3)	fraktie van de materie massa %	volume %
molekulaire wolken	CO, H_2CO	10-60	10^2-10^7	40	0,5
H I-wolken	21 cm	50-100	1 - 50	40	5
interwolk	21 cm	7000	0,3	20	40
H II-gebieden	H_α, OIII	10^4	10^2-10^3	nihil	nihil
koronale gas	OVI	10^5-10^6	$10^{-3}-10^{-4}$	0,1	ca. 50

om diverse redenen, waar we nu niet nader op ingaan, jonger dan een miljoen jaar. Zij markeren de plaatsen aan de hemel van de meest recente stervorming. De pasgeboren ster zelf wordt nog aan ons oog onttrokken door het stof in de gaswolk waarin de ster net is ontstaan. De radiostraling van het H II-





Het stelsel M101 in de Grote Beer is een voorbeeld van een spiraalvormig melkwegstelsel waar we van boven (of van onder) tegen aan kijken. Foto J.A.R.Suurmond

gebied heeft geen last van dit stof en kan daardoor ongehinderd ontsnappen. Het sterlicht doet het stof op den duur smelten en de hoge gasdruk in het H II-gebied laat de omringende gaswolk expanderen. Pas geruime tijd na zijn ontbranding krijgen wij daardoor de jonge hete ster eerst te zien.

21 cm straling

De Nederlander Van der Hulst berekende in 1944 dat het neutrale waterstofatoom straling uitzendt met een golflengte van 21,1061 cm. Deze ontdekking bood de astronomen de kans om het neutrale gas in onze melkweg in kaart te brengen. Het duurde tot 1951 voordat de ontvangers van de radiotelescopen gevoelig genoeg waren geworden om met dit werk te beginnen. In dat jaar slaagde men erin de eerste 21 cm signalen uit het heelal op te vangen. Een paar jaar later was de eerste radiokaart van de melkweg klaar. Die toonde een platte schijf met daarin spiraalvormige verdichtingen. Deze verdichtingen in het neutrale gas bleken samen te vallen met de opeenhopingen van jonge hete sterren. De astronomen waren geenszins verrast over die gasverdeling, want vele andere melkwegstelsels zoals de Andromedanevel of M51, tonen eenzelfde spiraalstruktuur. Ook kreeg men nu voor het eerst een goed beeld van de rotatie en de massaverdeling in onze melkweg.
Latere 21 cm kaarten van de melkweg vertoonden steeds meer details en



Waarnemingen op de 21 cm golflengte van neutrale waterstofatomen brachten de spiraalstruktuur van ons melkwegstelsel aan het licht. De waarnemingen zijn hier zo weergegeven dat we een bovenaanzicht op ons stelsel krijgen. Het cirkeltje geeft de plaats van de Zon aan. Voor het zwarte gebied beneden waren nog geen metingen gedaan.

maakten het mogelijk een betere bepaling van de verdeling van de gasdichtheid en de temperatuur te verrichten. Tussen de 10.000 en 20.000 lichtjaren van het centrum leek de dichtheid van neutrale waterstof beduidend lager te zijn dan in de omgeving van de Zon die zich op 32.000 lichtjaar van het centrum bevindt. Later bleek juist in dat gebied meer molekulaire waterstof voor te komen. Omdat molekulaire waterstof geen straling uitzendt (de aanwezigheid ervan wordt verraden door CO-molekulen, waarover verderop meer) vertonen de 21 cm kaarten in de molekulaire gebieden een verkleinde dichtheid van atomaire waterstof.
In de jaren zestig ontstond het zogeheten twee-fasen model van het interstellaire medium. Eén fase heeft een gemiddelde dichtheid van 30 atomen per cm^3 en een temperatuur van 80 kelvin. De andere fase, die in drukevenwicht moet zijn met de eerste, heeft een dichtheid van 0,3 atoom per cm^3 en een temperatuur van ongeveer 7000 kelvin (de tabel laat zien dat men inmiddels vijf fasen kent). Latere berekeningen hebben uitgewezen dat een neutraal gas met een tussenliggende dichtheid en temperatuur niet in drukevenwicht kan verkeren met de "wolk" of "interwolk" in zijn omgeving. Bij een geringe samendrukking zal de koeling groter worden waardoor de dichtheid verder toeneemt. Deze hogere dichtheid leidt weer tot een grotere koeling en zo voort. Er treedt pas weer een stabiele fase op als de temperatuur tot beneden de 100 K is gedaald.

Molekulaire wolken

De laatste jaren zijn steeds meer waarnemingen erop gaan wijzen dat de stervorming in onze melkweg voornamelijk plaatsvindt in molekulaire wolken. Deze wolken ontlenen hun naam aan het feit dat het gas hoofdzakelijk in molekulaire vorm voorkomt. De struktuur van deze wolken kan worden bestudeerd door de aanwezige molekulen met radioteleskopen waar te nemen. Helaas kan de gasdichtheid niet direkt gemeten worden omdat het meest voorkomende molekuul, H_2, zelf geen radiostraling uitzendt. Gelukkig kan uit de intensiteit van de CO (koolmonoxide) lijnen bij 2,6, 1,3 en 0,65 mm en de H_2CO (formaldehyde) lijnen bij 6, 2,1 en 0,2 cm op een indirekte manier de temperatuur en gasdichtheid berekend worden.
Op dit moment heeft men al meer dan vijftig interstellaire molekulen gevonden. Hun struktuur varieert van simpele twee-atomige molekulen zoals H_2, CH (methylidyne), OH (hydroxyl) en CO tot komplexere strukturen zoals HC_3N (cyanoacetyleen), C_2H_5OH (ethanol) en zelfs HC_9N.
In het algemeen kan men twee typen molekulaire wolken onderscheiden: een type A met een temperatuur van 10 K en een gasdichtheid van 10^4 waterstofmolekulen per cm^3. Het type B is warmer dan 20 K en heeft in de kern een gasdichtheid van 10^5 tot 10^6 waterstofmolekulen per cm^3.
Ook bevatten de type B wolken heldere infraroodbronnen. Deze bronnen duiden op de aanwezigheid van zeer jonge sterren of zelfs proto-stellaire objekten ("sterren-in-wording"). Deze objekten zijn nog ingebed in een wolk van gas en stof en ze verwarmen het omringende gas (vandaar de hoge temperatuur) en stof (dat verantwoordelijk is voor de infraroodstraling).

Waar sterren ontstaan, kunnen ook planeten gevormd worden. Bestudering van het proces van stervorming in molekulaire wolken kan daarom inzicht leveren in het ontstaan van onze Zon en ons zonnestelsel. Over de huidige opvattingen daaromtrent gaat een volgend artikel.



Een infraroodopname van de Zwaannevel in het sterrenbeeld de Boogschutter. De heldere ovale wolk rechts is een H II-gebied, de rest van de nevel is een molekulaire wolk die verwarmd wordt door straling afkomstig van stof in de wolk en op de overgang naar het H II-gebied. Foto NASA

Mislukte kontinentenbeweging op Ganymedes

Dr. W. van Tend

Sinds ongeveer twintig jaar is het algemeen aanvaard dat de kontinenten op Aarde ten opzichte van elkaar bewegen. De Aarde lijkt in dit opzicht uniek; op andere planeten werden geen aanwijzingen voor kontinentverschuiving gevonden. Alleen op de Jupitermaan Ganymedes lijkt dit verschijnsel ooit ook opgetreden te zijn.

De aardse kontinenten bewegen doordat onder de oceanen nieuwe aardkorst ontstaat. Zo loopt in het midden van de Atlantische Oceaan van noord naar zuid de Midatlantische Rug, waar nieuwe zeebodemkorst naar boven komt. Vanuit de rug schuift naar beide kanten de oceaanbodem opzij, ongeveer met dezelfde snelheid als waarmee een menselijke nagel groeit. De Midatlantische Rug zorgt er zo voor dat Europa en Noord-Amerika steeds verder van elkaar komen te liggen. De rug maakt deel uit van een netwerk van groeinaden, dat het oppervlak van de Aarde in een aantal platen verdeelt.

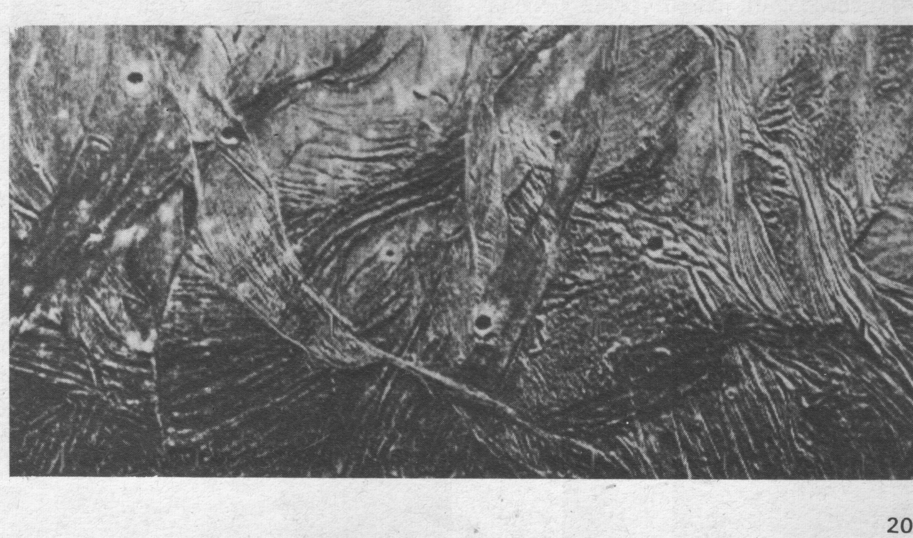
IJsnaden

Een netwerk van naden is het eerste dat opvalt op foto's van het oppervlak van de Jupitermaan Ganymedes. De platen die door de naden worden ingesloten, zijn donkerder van aanzien dan de naden zelf. Dat wijst erop dat de platen minder ijs bevatten. IJs verdwijnt van het oppervlak bij inslagen van steenbrokken uit de ruimte. De energie van een inslag laat wit ijs verdampen, terwijl donker gesteente achterblijft. De stenige platen hebben dus meer inslagen meegemaakt dan de ijsrijke naden. Dat betekent dat het oppervlak in de naden later gevormd is dan dat op de platen.
De toestand op Aarde en op Ganymedes is wat dit punt betreft hetzelfde: nieuwe korst bij een naad, oudere verder weg. De jonge korst op Aarde is heet en koelt af terwijl hij wegschuift van de naad. Bij het afkoelen krimpt de korst. Door dat krimpen scheurt de naad telkens weer open, en biedt dan weer een uitweg voor nieuwe korst. Die wordt aangevoerd door warme stromingen uit de diepte. Zulke stromingen worden gedreven door de energie die vrijkomt bij het verval van natuurlijke radioaktieve stoffen in het aardinwendige.
Misschien bestaan vergelijkbare opstijgende stromingen ook in de watermantel onder de korst van Ganymedes. Maar een uitweg voor zulk water is er niet. Als het water aan het koude oppervlak van Ganymedes stolt tot ijs, zet het namelijk uit. Zo raakt een eenmaal gevormde naad in de ijskorst door uitzetting verstopt, terwijl een naad in een steenkorst door krimp telkens weer openscheurt.
De uitzetting van de ijskorst heeft ribbels laten ontstaan in de naden op Ganymedes. Op Aarde hebben krimpscheuren tot verzakkingen geleid in nieuwe steenkorst. Een tegengestelde oorzaak heeft daar zo bedrieglijk gelijke ribbels gevormd. Behalve het opentrekken van de groeinaad heeft het langzaam krimpen van de korst op Aarde nog een gevolg: het soortelijk gewicht van de korst neemt toe. Geleidelijk wordt de korst zwaarder dan de onderliggende mantel. De korst zinkt dan weer weg. Dit verschijnsel heet subduktie. Zo verdwijnt aan de westkust van Noord-Amerika zware aardkorst uit de Stille Oceaan de diepte in, onder het werelddeel dat uit een lichtere soort korst bestaat. De verstoring die dit in de diepte geeft, heeft de Rocky Mountains doen ontstaan.

Geen echte kontinentverschuiving

De nieuwe ijskorst op Ganymedes kan niet verdwijnen onder de "werelddelen" daar. Die bestaan namelijk uit donker stenig materiaal, dat zwaarder is dan ijs. Het lichtere ijs zal er over heen schuiven, en niet er onder duiken. De ribbels in de donkere gebieden, evenwijdig aan de naden, zijn dan ook geen subduktiegebergten. Ze zijn eerder vergelijkbaar met de stuwwallen die een aardse gletsjer voor zich uit bij elkaar schuift.
Echte kontinentenverschuiving met aangroei en subduktie kan op Ganymedes daarom niet plaats vinden. De vorming van het netwerk van ijsnaden moet een eenmalige gebeurtenis zijn geweest. Men denkt dat de oorzaak ligt in uitzetting van het inwendige.
Bij zijn vorming uit kleinere brokstukken moet Ganymedes overal uit hetzelfde steen-ijsmengsel bestaan hebben. De warmte van de natuurlijke radioaktiviteit in de steen liet het mengsel in het inwendige opsmelten. Het stolde weer met een steenkern, daarom heen een laag zwaar hoge-druk-ijs, daarboven een watermantel. Dit nieuwe inwendige met zijn verschillende lagen had een grotere inhoud dan het oorspronkelijke gelijkmatige mengsel. Zo moest de oude donkere korst in platen uiteen scheuren. Op één plaats op een driesprong van naden is een kraterwal te zien waarvan de resten nu op drie verschillende platen liggen. De top van de nieuwe watermantel bevroor tot licht gekleurd ijs dat nu het netwerk van spleten tussen de platen vormt. Ook de randen van de platen zelf zijn bedekt geraakt door ijs: het totale ijsoppervlak blijkt groter dan de oppervlaktetoename verwacht bij het opsmelten en weer stollen van het inwendige.
Het verschuiven van de donkere platen op Ganymedes verschilt dus nogal van de kontinentenbeweging op Aarde. Juist die verschillen maken duidelijk wat er allemaal een rol speelt bij het bewegen van de korst van een planeet.

Dit rijk gegroefde deel van Ganymedes laat verscheidene soorten vervorming zien. Daarbij zijn bestaande naadpatronen door bewegingen in andere richtingen vervormd en zijn sommige stukken korst kennelijk in hun geheel aan het bewegen geweest. Foto JPL



De hemel en de natuur in april

Ada Molkenboer en
Andries Sabelis

April is de maand waarin het voorjaar goed op gang komt. Dat de weergoden daaraan niet altijd even goed meewerken, getuigt de zegswijze "April doet wat hij wil"; daarmee bedoelt men dan vooral de onaangename kanten van het aprilweer. Het voorjaar op gang, het geloof in de terugkeer van het leven na de doodse wintermaanden bevestigd. Dat is de grondslag voor de vruchtbaarheidsriten die we nu nog in het oosten van ons land en in België aantreffen. In christelijke vorm is het paasfeest weinig anders. En er worden met pasen niet voor niets eieren gegeten; ook die symboliseren de vruchtbaarheid van het leven. Aan de hemel zijn de winterbeelden verdwenen, maar de zomerkonstellaties nog niet goed verschenen. In de natuur keert het groen terug.

De wandelaar in onze bossen kan in deze tijd een opmerkelijk verschil tussen verschillende soorten bos konstateren. Sommige bossen lijken van bovenaf groen te worden. Omhoog kijkend ziet onze wandelaar een groen waas van ontluikende blaadjes (bijvoorbeeld van de berk), terwijl de bodem nog steeds in wintertooi gehuld is; wel mos, geen bloeiende bloemen. In andere gebieden ontwaart de wandelaar boven zijn hoofd slechts kale takken, terwijl hij op de grond tal van bloeiende bloemen kan ontdekken. Het eiken-berkenbos van de voedselarme gronden wordt van boven naar onderen groen, het eiken-haagbeukenbos van onderen naar boven.

In het eiken-berkenbos beginnen de bomen met uitlopen, gevolgd door de adelaarsvarens en tenslotte de kruidlaag, met uitzondering van de bochtige smele die altijd groen blijft. Wanneer de winterkou niet al te lang aanhoudt, bloeit deze maand op de zandgronden het verwilderde Amerikaanse krenteboompje met zijn fraaie witte bloesems. De berken met kleine kleverige blaadjes dragen al staande vrouwelijke katjes en grotere hangende mannelijke katjes die het stuifmeel verspreiden. De larixen produceren hun eerste prille groene kransjes. Ook elders ziet men katjes, vooral van hazelaars, elzen en populieren.

In het eiken-haagbeukenbos omvat de kruidlaag veel bloeiende planten die van het vele voorjaarslicht profiteren zolang de bomen nog kaal zijn. Tijdens een wandeling in een Zuidlimburgs bos kan men nu genieten van bloeiende bos anemoon, speenkruid, slanke sleutelbloem, voorjaarshelmbloem, muskuskruid en witte klaverzuring. Vervolgens komt er blad aan de struiken, de hazelaar, meidoorn, kardinaalsmuts, rode kornoelje. In mei volgen de haagbeuk en de gewone beuk en nog later komen de eik en de es.

Een markante bloeier in deze tijd van het jaar, de voorjaarshelmbloem. Hij is niet groter dan hooguit twintig centimeter. Foto Ada Molkenboer

Natuur van mensenhand

In deze tijd van het jaar zijn veel buitenplaatsen en landgoederen een sprookje. De (vroegere) beheerders sloofden zich vaak uit om de mooiste voorjaarsbloeiers aan te planten. Men kan er dan ook een veelheid aan verwilderde bosgewassen aantreffen, zoals sneeuwklokjes, blauwe druifjes, boshyacinthen, narcissen, (bos)tulpen. De planten die zich verwilderd een eigen plaats in onze inheemse flora (Nederlandse plantenwereld) hebben verworven, worden nu vaak als zeer interessante soorten beschouwd en hebben de aanduiding stinseplanten gekregen.



Natuur langs de weg

Over het algemeen is men geneigd de planten in bossen, buitenplaatsen en andere natuurgebieden nog wel aan te duiden als wilde planten, maar voor de bewoners van de wegbermen blijft niet veel meer over dan de term onkruid. Wanneer men echter de definitie van onkruidspecialist prof.dr.Piet Zonderwijk hanteert, dan zijn planten onkruid wanneer ze op de plaats waar ze groeien niet gewenst zijn, maar elders toch echt wel wilde planten of verwilderde kultuurplanten. Langs de slootkanten, die in onze poldergebieden vaak gelijktijdig wegbermen zijn, groeien in deze tijd van het jaar nogal wat gele bloemen, van speenkruid en klein hoefblad, gevolgd door paardebloemen, met afwisselend pinksterbloemen, hondsdraf en gele dovenetel. In de Flevopolders kunnen in deze tijd van het jaar de wegbermen volkomen geel van bloeiend klein hoefblad zijn.

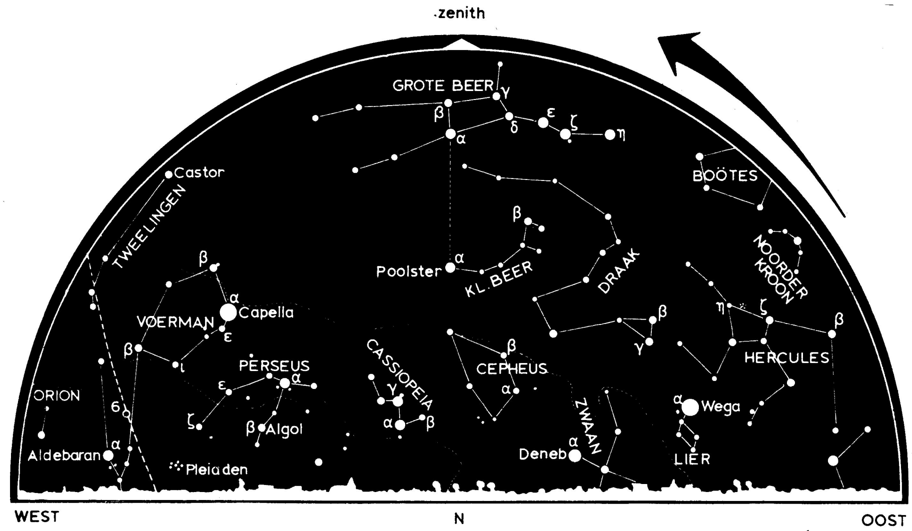
De planeten in april

Mercurius wordt na 20 april zichtbaar aan de avondhemel. Omdat hij net tevoren in bovenkonjunktie is geweest, staat hij bijna maximaal van ons af. Hij vertoont zich daarom als een uiterst klein, bijna vol verlicht schijfje. Op 24 april staat in het begin van de avond de Maan zeven graden ten zuiden van Mercurius. Dat maakt het iets eenvoudiger de planeet op te zoeken.

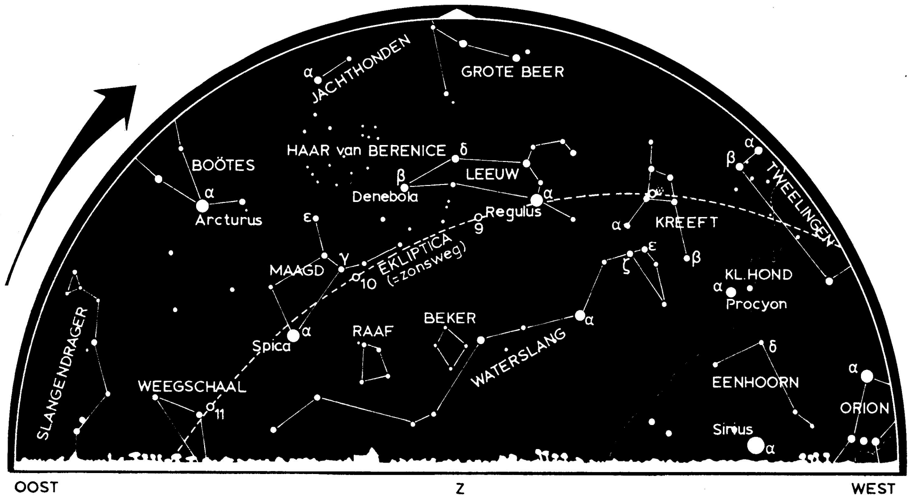
Venus staat in de ochtend laag boven de zuidoostelijke horizon. Ze komt nog geen anderhalf uur voor de Zon op en is daarom in de ochtendschemering maar kort goed te zien.

Mars is op 31 maart in oppositie gekomen; hij staat dan recht tegenover de Zon aan de hemel. Dat betekent dat de Rode Planeet de hele nacht te zien is. Zijn helderheid is rond magnitude −1,2. Op 1 april passeert Mars rond 22 uur op slechts elf boogminuten de ster gamma van de Maagd.

Jupiter komt op 26 april in oppositie en ook hij is daarom de hele nacht zichtbaar. Zoals steeds bieden de vier grote manen van Jupiter een boeiend schouwspel. Een mooie gelegenheid om te testen wat u met uw kijker kunt zien, doet zich voor op 24 april om 21.55 uur. Dan trekt maan IV (Callisto) op nauwelijks 11 boogsekonden ten noorden van Jupiter langs (dat is dus onder langs Jupiter in de omkerende astronomische kijker).



MAAND TIJD	mei 20 tot 22 uur	april 22 tot 24 uur	maart 23 tot 01 uur	februari 01 tot 03 uur	januari 03 tot 05 uur	december 05 tot 07 uur



Datum	Begin van de ochtend schemering	Zons opkomst	Zons ondergang	Einde van de avond schemering	Deklinatie Zon 0h UT	Afstand Zon in milj. km
1 apr	05h19m	07h15m	20h12m	22h13m	+04°13	148,879
6 apr	05 04	07 04	20 21	22 25	+06 08	149,088
11 apr	04 48	06 53	20 29	22 37	+08 01	149,300
16 apr	04 33	06 42	20 38	22 50	+09 50	149,511
21 apr	04 16	06 31	20 46	23 04	+11 35	149,723
26 apr	03 59	06 21	20 55	23 20	+13 15	149,927

Saturnus komt op 9 april in oppositie, en ook hij is de hele nacht zichtbaar. Mars, Jupiter en Saturnus staan nu al maanden lang bij elkaar aan de hemel. Rond 1 mei is hun onderlinge afstand aan de sterrenhemel het grootst; daarna komen ze, vooral door de beweging van Mars, weer dichter bij elkaar. Wie de komende maanden regelmatig een overzichtsfoto van de hemelstreek Weegschaal-Maagd maakt, waarin de planeten zich bevinden, krijgt een fraaie indruk van de manier waarop Mars, Jupiter en Saturnus langs de hemel lopen. In juni begint Mars aan een snelle oostwaartse beweging waarbij hij in juli Saturnus en in augustus Jupiter passeert.

Uranus biedt deze maand een mogelijkheid om zich te laten bekijken door waarnemers die hem nog niet eerder hebben kunnen vinden. Uranus, die bijna in oppositie is, beschrijft een lus in de buurt van de dubbelster omega van de Schorpioen. In de nacht van 29 op 30 april beweegt hij minder dan 7 boogminuten ten noorden van de ster omega 2. Uranus heeft dan een helderheid van magnitude 5,8 en de ster van 4,6. Op 15 boogminuten van omega 2 staat omega 1, de andere helft van de dubbelster, die een helderheid heeft van magnitude 4,1. Op 4 mei bereikt Uranus in de ochtend zijn kortste afstand tot omega 1.

Meteoren zijn er in het voorjaar niet zoveel. Tussen 19 en 25 april echter zijn de Lyriden zichtbaar. Die bewegen snel en zijn vaak helder. Bijzonder gunstig is dat het op 22 april Nieuwe Maan is. Van storend maanlicht zult u dus geen last hebben.

Planetennieuws

Het aantal manen van **Saturnus** blijft toenemen. Was het officiële aantal 17, afgelopen februari meldde dr. Stephen Synnott van het Jet Propulsion Laboratory het bestaan van vier, en mogelijk zelfs zes, nieuwe manen. Hij was die manen op het spoor gekomen bij het zorgvuldig doornemen van Voyager-2 foto's en gegevens van het instrument van die sonde dat geladen deeltjes registreerde. Het gaat in alle gevallen om heel kleine manen.

De eerste loopt ongeveer in dezelfde baan als de maan Mimas; het objekt is ongeveer 10 km in doorsnede. Een nieuw maantje werd ook ontdekt in de baan van Tethys; die maan heeft trouwens al twee begeleiders (zie de vorige A&K). Misschien gaat het zelfs om twee objekten en niet om één, maar dat is uit de beschikbare foto's niet op te maken.

Een maantje werd verder ontdekt op 60 graden vóór de maan Dione en in haar baan. Daar bevindt zich trouwens ook een al bekend ander maantje.

Tenslotte merkte Synnott een maantje op dat tussen de banen van Tethys en Dione in op zo'n 350.000 km van Saturnus in 2,44 dagen om die planeet loopt.

Misschien draait er ook nog een maantje tussen Dione en Rhea. Dat zou zich dan op rond 470.000 km van Saturnus bevinden en over één omloop rond de planeet 3,8 dagen doen. Van dit objekt is maar op één foto iets te zien en zijn bestaan is daarom niet zeker. Alle maantjes, behalve het eerst genoemde, meten zo'n 15 tot 20 km in doorsnede.

Heeft **Neptunus** meer dan zijn twee bekende manen Triton en Nereid? Waarnemingen die op 24 mei 1981 werden gedaan, lijken te wijzen op een derde maan. Op die dag naderde Neptunus heel dicht tot een ster en die gelegenheid greep men aan om waarnemingen van Neptunus' omgeving te doen. Twee stations op Aarde zagen het sterlicht gelijktijdig gedurende 8,1 sekonde uitgedoofd worden. Als dat inderdaad door een maan gebeurd is, moet dat objekt minimaal 100 km in diameter zijn en zich op rond 50.000 km van Neptunus bevinden.

Chiron, een planetoïde-achtig hemellichaam, dat in 1977 werd ontdekt, zou een "mislukte" komeet kunnen zijn. Dat blijkt uit de eerste pogingen die gedaan zijn om de doorsnede van dit objekt te bepalen. Tot nog toe wist men zo goed als niets van Chiron. Infraroodmetingen hebben nu enige indruk gegeven van zijn diameter. Men schat die tussen 310 en 400 kilometer. Chiron is heel donker. Dat kan zijn omdat hij uit steen bestaat, of omdat hij een mengsel van steen en ijs is, zoals zoveel objekten ver weg in het zonnestelsel. Als hij dat laatste is, dan kan men zich afvragen waarom hij zo groot is (slechts vier planetoïden zijn groter dan hem) en waar hij vandaan komt. Eén veronderstelling nu is dat hij onder invloed van zwaartekrachtstoringen van andere planeten en dichtbijzijnde sterren uit de zogeheten Oortwolk van kometen afkomstig is. Vraag is dan waarom hij zoveel groter is dan bekende komeetkernen, die nooit meer dan enkele kilometers in doorsnede zijn. Het antwoord daarop zou kunnen zijn dat uit Chiron, omdat hij nooit dicht bij de Zon gekomen is, maar heel weinig ijs verdampt is en dat hij daardoor maar weinig in afmeting geslonken is sinds hij uit de Oortwolk werd verstoten. Hij heeft zich nooit tot een echte komeet kunnen ontwikkelen.

Gasbehandelde films in de astrofotografie

Luc Vanhoeck

De laatste twee, drie jaar is er heel wat veranderd in het wereldje van de astrofotograaf. Voor het eerst kan hij beschikken over een zeer fijnkorrelige maar tegelijkertijd ook zeer gevoelige zwart-wit film. Het gaat om deTechnical Pan 2415 (Kodak), een film die voor een ware revolutie zorgde. Met deze film is zelfs nog veel meer te bereiken wanneer hij een gasbehandeling ondergaat.

Voor astronomische doeleinden had Kodak al de 103-a films ontworpen. Hoewel heel wat amateurs hiermee prachtige opnamen maakten, hadden die films toch een belangrijk nadeel: de grove korrel. Het spreekt dan ook voor zich dat er heel wat moeite in de doka aan te pas kwam om een aanvaardbare afdruk te verkrijgen. Als we het nu over de TP 2415 gaan hebben, betekent dat niet dat de 103-a films afgedaan zouden hebben. In tegendeel, ze vormen nog steeds een basis voor de meeste astrofotografen en dat zal nog wel een hele tijd zo blijven.

De TP 2415 werd enkele jaren geleden onder de naam S0 115 op de markt gebracht ter vervanging van de vroegere S0 110. Deze laatste was eertijds speciaal ontworpen voor fotografie van de Zon in het rode licht van H-alfa. De S0 115 had onmiddellijk sukses, zoveel zelfs dat Kodak besloot hem meer algemeen verkrijgbaar te maken. Deze rationalisatie leidde onder andere tot de nieuwe benaming Technical Pan 2415. De TP 2415 is een panchromatische film met eveneens roodgevoeligheid en speciaal verhoogde groengevoeligheid. Al snel ging echter blijken dat de "overall" gevoeligheid toch nog laag was en, erger, dat deze sterk afnam naarmate de belichtingstijd langer werd. Deze film lijdt dus erg aan het zogenaamde Schwarzschild-effekt. Meteen zijn we daarmee aanbeland bij het enige bezwaar dat de astrofotograaf tegen deze film had: de belichtingstijd voor Maan en planeten lag noodzakelijkerwijs betrekkelijk hoog en dat liet luchtonrust vrij spel haar negatieve invloed te laten gelden.

Gasbehandeling

In 1977 publiceerden de Amerikaanse amateurs Wallis en Provin een methode om de gevoeligheid van films drastisch te verhogen: behandeling met water-





Maanopnamen, gemaakt door de auteur met een 15 cm kijker f = 1200 mm. Er is okulairprojektie toegepast met een 7 mm orthoskoop over 6 cm (zie de artikelen in de vorige twee nummers van A&K). De belichtingstijd bedroeg 0,5 sekonde op gasbehandelde TP 2415. Op de foto die het gebied van Gassendi toont, wijst het pijltje naar een kratertje dat slecht twee kilometer meet.

stofgas. Nu is een en ander niet zo geschikt voor huis-, tuin- en keukentoepassingen. Waterstofgas is immers zeer explosief aan de lucht.
De methode die oorspronkelijk uit professionele hoek stamt, vond toch ingang, zij het onder een aangepaste vorm. Het waterstofgas puur werd vervangen door zogeheten "formeergas", een veel minder gevaarlijk mengsel van stikstof en waterstof. In ons land ligt de verhouding 90 op 10, in België 92 op 8, terwijl enkele amateurs ook een mengsel van argon en waterstof in de verhouding 94 op 6 gebruiken. Heel wat amateurs hebben hun eigen installatie gekocht (zie voor een besteladres het eind van dit artikel) of zelf gebouwd (adressen voor informatie eveneens aan het eind van het artikel).
Laten we nu even ingaan op de meer technische aspekten van de *hypersensitisatie* zoals deze behandeling is gaan heten. De goedkoopste in de handel verkrijgbare installatie laat toe de film in zijn oorspronkelijke spoel te behandelen. Hoewel dit zeer eenvoudig te doen is, wordt de behandelingstijd direkt veel langer. Daarom is het aan te raden de film in een ontwikkeldoos te stoppen en deze in een tankje met het gas te brengen. Het tankje wordt ofwel grondig met het formeergas gespoeld ofwel, wat verkieslijker is, met een pompje of anderszins goed vakuüm gezogen. Daarna kan hij met het gasmengsel gevuld worden tot overdruk en op hogere temperatuur gebracht (cirka 50 graden C). De beste resultaten met de TP 2415 worden verkregen wanneer de gasbehandeling tot tien dagen duurt. De gevoeligheid is dan iets lager dan die van spektroskopische films.
De beste manier om de films te bewaren, is onder stikstofgas in de diepvriezer. Hiertoe kan een plastic zakje eerst vakuüm gezogen worden, met de film er al in, dan gevuld worden met stikstofgas en vervolgens bijvoorbeeld met een "sealer" uit de keuken dichtgesmolten.

Ook voor diafilms

Hoewel we het tot nog toe hoofdzakelijk over de TP 2415 hebben gehad, dient te worden opgemerkt dat de techniek van gasbehandeling even goed gaat met kleurendiafilms. Deze geven weliswaar de allerbeste resultaten in een diepkoelkamera maar gasbehandeling is veel eenvoudiger uit te voeren. Kleurenfilms verliezen echter hun gevoeligheid sneller dan TP 2415. In alle gevallen verdient het aanbeveling de films zo snel mogelijk na de behandeling te gebruiken, maar dat is in ons klimaat uiteraard lang niet altijd mogelijk.

Resultaten

De resultaten met gasbehandelde TP 2415 film zijn werkelijk zeer prachtig. De kombinatie van fijne korrel en hoge gevoeligheid maakt de film geschikt voor alle astrofotografische toepassingen. Bij maan- en planetenfotografie bijvoorbeeld kan de belichtingstijd drastisch verkort worden. Hier heeft men alle belang bij: kortere belichtingen laten de onrustige dampkring minder kans de opname te verknoeien. Ter illustratie is hierbij een maanopname van de auteur te zien die (op het oorspronkelijke negatief) kratertjes toont tot twee kilometer in doorsnede.
Deze scherpte is vooral te danken aan de korte belichtingstijd. De film kan gemakkelijk uitvergrotingen tot 15 maal doorstaan zonder noemenswaardige last van korrel. De foto heeft dus nauwelijks last van "ruis", zodat kleine details gemakkelijk op te pikken zijn.

Het ontwikkelen

Nu we toch veel aandacht hebben besteed aan de TP 2415 besluiten we misschien het beste met nog een tip voor het ontwikkelen. Wie de instrukties van Kodak volgt en dus ontwikkelt in D 19, zal vaststellen dat het extreem hoge kontrast het maken van goed afdrukken bemoeilijkt. Daarom zijn heel wat amateurs gaan experimenteren met andere ontwikkelaars; de auteur heeft zeer prettige ervaringen met Agfa Rodinal. Normaal wordt deze tot 1/25 verdund, maar voor TP 2415 wordt dat 1/100. De ontwikkeltijd bij 20 graden C bedraagt dan 14 minuten. Op deze manier worden minder kontrastrijke en dus gemakkelijker af te drukken negatieven verkregen. Als u dan nog weet dat zowel de film als de ontwikkelaar in de beter gesorteerde fotozaken te vinden zijn, ligt de weg naar eigen experimenten open.

In West-Europa is geen gasbehandelingsinstallatie leverbaar. De meeste amateurs kopen zo'n ding in de Verenigde Staten. Een firma waarmee Belgische en Nederlandse amateurs zeer plezierige ervaringen hebben, is LUMICON, Dept. A3, 2111 Research Drive, No.5, Livermore, CA 94550, USA. Kontaktpersoon daar is Jack Marling. Verzoeken om informatie worden snel beantwoord. In België is informatie verkrijgbaar bij Regulus, Violetstraat 13, 2670 Puurs. In België kan men ook een installatie met formeergas huren, en wel via vestigingen van "L'air liquide"; goedkoop is dat echter niet. In Nederland bestaat die huurmogelijkheid niet. Informatie over gasbehandeling is verkrijgbaar bij de Volkssterrenwacht Saturnus, Frans Halsstraat 4, 1701 JL Heerhugowaard. Men heeft daar zeer goede ervaringen met de techniek, en experimenteert er ook met verscheidene varianten.

Europese aardsatelliet gericht op de zee

Ir. Paul Geerders

Midden 1987 zal de ERS-1 worden gelanceerd met een Ariane-raket. De ERS-1 is de eerste Europese Remote Sensing satelliet en vormt al enkele jaren het onderwerp van voorbereidende besprekingen en studies binnen de ESA en daarbuiten. In de lading sensoren aan boord van de satelliet zullen hoofdzakelijk mikrogolfsystemen een plaats vinden. Een instrument om de kleur van het zeewater vast te stellen, zal om financiële redenen vermoedelijk worden weggelaten. Er schijnen overigens wel besprekingen tussen de ESA en de NASA gaande te zijn over de mogelijke plaatsing van een Amerikaanse "kleurenscanner" in de ERS-1. Het zou gaan om een reserve-exemplaar van de gelijksoortige scanner die nu in de Nimbus-7 zit.

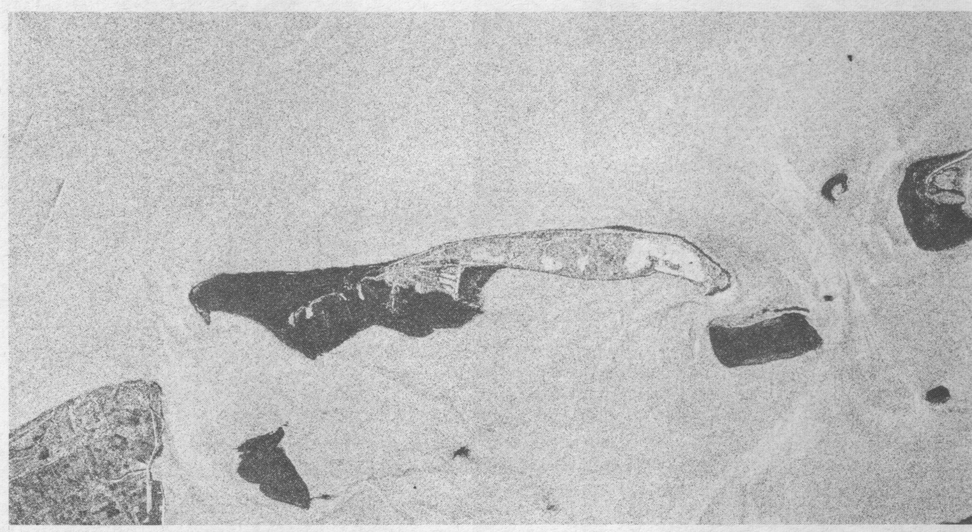
Doelstelling

In de eerste plannen van de ESA voor remote sensing satellieten was sprake van drie verschillende typen: één voor land, één voor kustzones (ondiepe zeegebieden) en één voor de open oceaan. Uiteindelijk is voor de ERS-1 de keuze gevallen op een pakket sensoren dat gericht is op de zee. Men verwacht met de gegevens van de ERS-1 bij te dragen aan een verdere ontwikkeling van ekonomische en kommerciële toepassingen van satellietgegevens, gericht op een uitbreiding van de kennis van oceanografische parameters (steeds veranderende eigenschappen in het gedrag en de toestand van de oceaan). Daarbij is met name gedacht aan de sterke toename van de menselijke aktiviteit langs de kusten (havens e.d.) en op het kontinentale plat (off-shore industrie).

Sensorenpakket

Zoals het er op dit moment uit ziet, zullen de volgende instrumenten aan boord van de ERS-1 worden meegenomen:
•radar hoogtemeter;
•aktief mikrogolven instrumentenpakket, dat kan funktioneren als wind- en golvenscatterometer, maar tegelijk ook als "synthetische apertuur radar" (SAR).

Met de wind- en golvenscatterometer wordt, door nauwkeurige analyse van de echo's die door de satelliet zelf naar het zeeoppervlak worden gezonden en terugontvangen, vastgesteld wat binnen het bekeken gebied de gemiddelde golfhoogte is. Ook kan uit de echo's de plaatselijke windrichting worden afgeleid omdat die een goed bekende invloed heeft op het zeeoppervlak en daarmee op de manier waarop de echo tot stand komt.



Een voorbeeld van wat de ERS-1 kan opleveren: een Seasatopname van Vlieland, Terschelling, een stukje Waddenzee met platen en een portie Noordzee, met grootschalige golfpatronen en het kielzog van een hele reeks schepen. De foto is een radaropname, vervaardigd met hetzelfde soort afbeeldende radarapparatuur (SAR) als voor de ERS-1 bedoeld is. Er zijn nog strukturen van 25 meter doorsnede te zien. Foto ESA /Earthnet/NLR

De "synthetische apertuur radar" zorgt, door zowel amplitude als fase van de echo's op te vangen en vast te leggen, voor beelden met een hoog ruimtelijk oplossend vermogen in de "vliegrichting" (er zijn dan nog heel kleine objekten en strukturen te zien).

Het instrumentenpakket lijkt erg veel op dat van de Seasat, die destijds een vroegtijdig einde vond (zie A&K 11/1980). De onderzoekers die sindsdien de Seasat-gegevens met grote intensiteit hebben geanalyseerd, zullen met de gegevens van de ERS-1 weer ruimschoots vooruit kunnen.

Minder tevreden zijn de zeeonderzoekers die meer geïnteresseerd zijn in het gedrag van zichtbaar licht in zeewater. De experimenten met de Ocean Colour Scanner (OCS) in 1977 en met de scanners van de Landsat en de Nimbus-7 (de Coastal Zone Colour Scanner) hebben meer kennis bijgedragen op dit gebied maar ook veel nieuwe vragen opgeroepen. Met name kan men nu beter dan voorheen de juiste kanalen (golflengten) voor een scanner voor zeetoepassingen kiezen. Ten gevolge van een noodzakelijke budgetinkrimping zal echter de geplande Ocean Colour Monitor (OCM) vermoedelijk worden weggelaten. De betrokken groep van onderzoekers zal het de komende jaren dus moeten doen met Landsat- of Japanse of Russische gegevens, dan wel van vliegtuigen gebruik moeten maken.

Gegevens

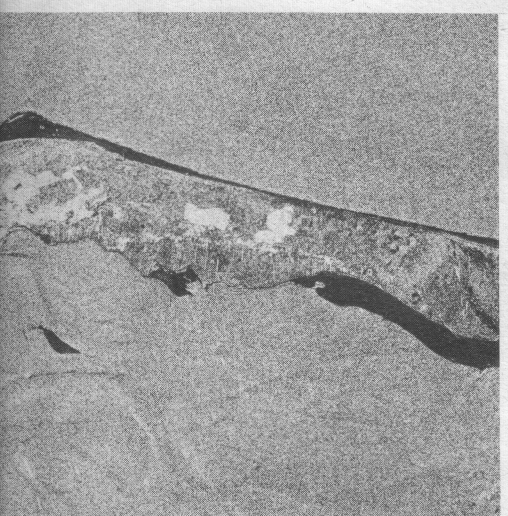
Men stelt zich voor om de gegevens van de ERS-1 zeer snel (zeker in vergelijking met de huidige systemen) bij de gebruikers te krijgen. Met name ongekorrigeerde gegevens op magneetband of op fotografische beelden (de zogenaamde quick looks) zullen binnen enkele uren na de opname beschikbaar kunnen zijn. Dit betreft wel de ruwe gegevens, dus nog niet geïnterpreteerd naar variabele faktoren als wind en golven.

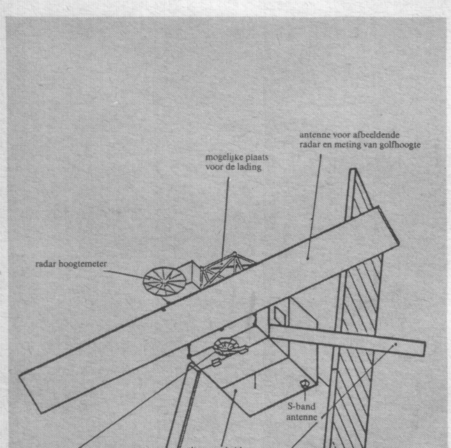
Meer uitgewerkte produkten, waarbij de gegevens interpreteerbaar zijn in natuurkundige grootheden, komen in de vorm van "quick thematic products" binnen enkele dagen. Volledig uitgewerkte gegevensprodukten, waarbij instrumentkorrekties, ijking en verwijdering van beeldvertekening zijn toegepast, zullen naar verwachting na enkele weken ter beschikking zijn. Uiteindelijk zal de ERS-1 de volgende fysische grootheden kunnen meten:
•plaatselijke wind (richting en snelheid),

•golfspektrum (golfrichting, -hoogte en -lengte),
•signifikante golfhoogte (dat is de golfhoogte die meer optreedt dan volgens het toeval te verwachten is en die daardoor zinnige informatie bevat),
•plaatselijke stroomrichting en -snelheid.
Bovendien zullen beelden met hoog ruimtelijk oplossend vermogen worden gemaakt door de SAR.

Verwachte toepassingen

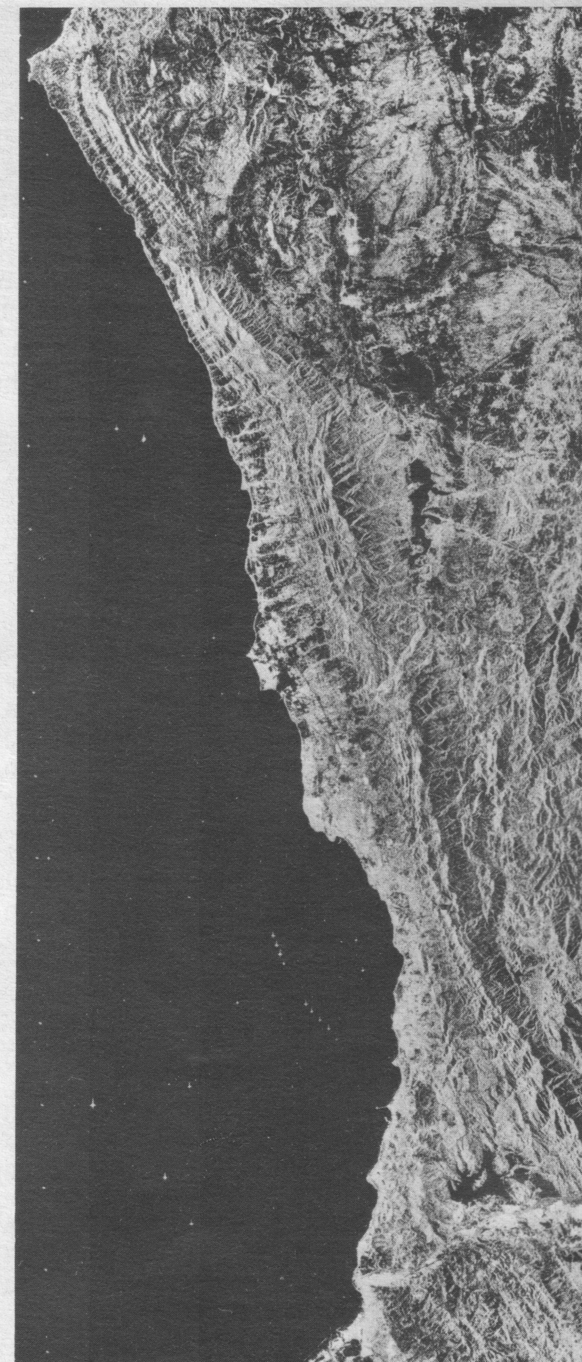
De ESA verwacht een aantal toepassingsgebieden voor de gegevens die de ERS-1 zal verzamelen. Enkele daarvan zijn:
•ondersteunen van weersvoorspellingen en voorspelling van de toestand van de zee,





•ondersteunen van off-shore aktiviteiten,
•het bepalen van de optimale vaarroute voor schepen,
•het leveren van ondersteunende gegevens voor de visserij en het visserijonderzoek,
•het bewaken van zeeijs-vorming,
•ondersteunen van zeeonderzoek.
Men verwacht dat ook de landen van de derde wereld met vrucht gebruik zullen kunnen maken van de ERS-1 gegevens.

Aan boord van de Space Shuttle Columbia bevond zich tijdens de tweede vlucht, vorig jaar november, een afbeeldende radar waarmee dit soort opnamen gemaakt werd. Zichtbaar is een strook kust tussen Point Concepcion (boven) en Ventura (onder) in het zuiden van Californië. Water is zwart (links) en in dat water zijn tal van stervormige stippen te zien. Dat zijn schepen en boorplatforms (de stippen onder het midden die op rij liggen). De radaropname biedt dus interessante mogelijkheden voor milieubewaking langs de kust. Ook militairen zullen met genoegen naar deze prent kijken: geen schip, waar ter wereld ook, ontsnapt aan de spiedende radar. Foto JPL



Konklusie

De ERS-1 zal een satelliet zijn met een aantal belangrijke toepassingen die te maken hebben met onderzoek en gebruik van de zee door de mens. De toenemende druk op het zeemilieu leidt nu al tot wijzigingen in ekosystemen op diverse plaatsen op de wereld. Met name de Europese kustzones zijn zwaar belast door off-shore industrie, haven- en andere kustwerken en door de vervuiling die via rivieren en de atmosfeer in het zeewater komt. Daarnaast zijn er de illegale en toegestane lozingen van allerlei afval in zee.
Het wordt verwacht dat gegevens van satellieten als de ERS-1 een belangrijke bijdrage zullen kunnen leveren tot het meetbaar maken van de mate van vervuiling op de diverse plaatsen. Ook zal men kunnen onderzoeken of mikrogolftechnieken bruikbaar zijn om illegale lozingen te kunnen vaststellen, ook bij bewolking en slecht weer. Het valt te hopen dat het niet alleen bij meten blijft maar dat, met de gegevens in de hand, de grondslag wordt gelegd voor een beleid ten aanzien van het zeemilieu dat gericht is op behoud daarvan. Dat zal dan wel een fundamentele verandering in de prioriteitenstelling met zich mee moeten brengen.

Een schets van de ERS-1. De kunstmaan zal in een zogeheten zon-synchrone baan op rond 675 km hoogte gebracht worden. Die baan zorgt ervoor dat hij elk gebied op Aarde steeds op ongeveer eenzelfde tijdstip op de dag overvliegt. Nederland doet mee aan het ERS-projekt. In maart werd beslist voor hoeveel (waarschijnlijk 5%) ons land gaat bijdragen aan de kosten van de ontwerpfase waarin de satelliet momenteel verkeert. Pas na die fase zullen de uiteindelijke kosten van de satelliet berekend kunnen worden. Tekening ESA

Hete diepzee bronnen ontdekt

Huub Eggen

Sinds drie jaar geleden in het oosten van de Stille Oceaan hete bronnen op de zeebodem werden ontdekt, met allerlei exotische levensvormen in hun buurt, hebben deze bronnen voortdurend de aandacht van oceanografen. Een expeditie eind verleden jaar leverde weer nieuwe spektakulaire bevindingen op.

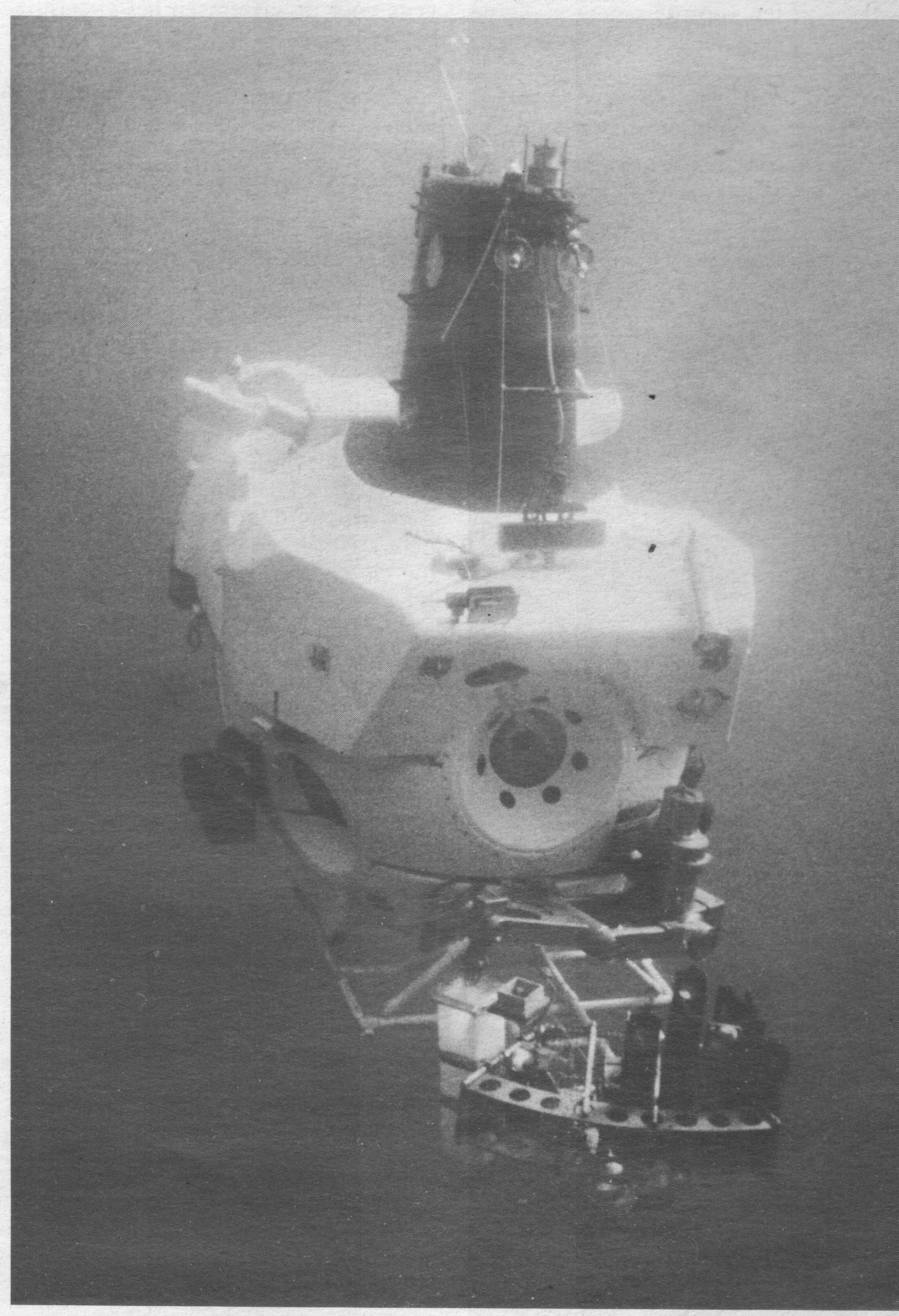
De hete bronnen liggen op ruim 200 kilometer ten zuiden van de punt van het schiereiland Baja California, voor de westkust van Mexico (zie ook A&K 6/1981). Daar ook bewegen twee oceaanbodemschollen uit elkaar. Uit het inwendige van de Aarde komt er heet materiaal omhoog. In het gebied werd in 1979 voor het eerst het bestaan van hete-bronnen ontdekt. Ze spuiten zwart water met temperaturen tot 380 graden celsius omhoog. Het water is zo donker omdat het rijk is aan zwavelwaterstof en andere donkere minerale bestanddelen. Afgelopen november werden enkele bekende bronnen bezocht en een nieuwe ontdekt die volgens één van de onderzoekers, dr. Harmon Craig van het Scripps Institution of Oceanography in San Diego, Californië, spektakulairder is dan alle voorgaand ontdekte bronnen. De bron ligt op een diepte van rond 2675 meter.
De spuitende bronnen vormen een soort schoorstenen doordat mineralen die in hun water zijn opgelost of erin meegenomen worden, in de direkte omgeving op de zeebodem neerslaan. Van de bronnen die in 1979 al eens bezocht waren, bleek de schoorsteen sindsdien rond 30 centimeter aangegroeid te zijn.

Materiaal uit bron

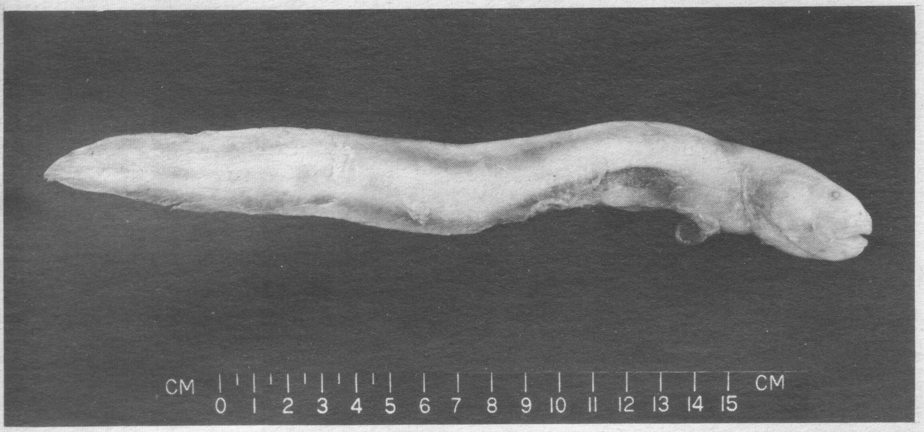
Afgelopen november slaagde men er voor het eerst in volkomen zuivere monsters uit een spuitbron te verzamelen. In speciaal daartoe ontwikkelde titanium flessen ving men water uit de bron op dat nog niet met het omringende zeewater in aanraking was gekomen. Door het water in flessen van titanium op te vangen, voorkwam men minerale verontreiniging door bemonsteringsapparatuur.
In het hete water bleek ondermeer methaan, ethaan, propaan en butaan opgelost te zijn. Die gassen zijn, voor zover valt na te gaan, niet van biologische oorsprong. Ze moeten daarom direkt uit het inwendige van de Aarde gekomen zijn. Het bronwater is van origine zeewater dat spleten in de oceaanbodem binnengelopen is. Daar is het in de diepte opgewarmd en zijn stoffen uit de gesteenten en gassen in het water opgelost. De levensvormen rond de bronnen gebruiken deze stoffen en gassen om er organische verbindingen meete maken. Op de grote diepte waar ze leven, is geen licht waar de organismen anders energie voor hun stofwisseling uit zouden kunnen halen. Het hete water blijkt verder uiterst zuur en sterk korrosief te zijn. Behalve de al genoemde gassen zit er ook het naar rotte eieren stinkende waterstofsulfide in, en kooldioxide en veel waterstof.

Biologisch onderzoek

In biologisch opzicht leverde het onderzoek van afgelopen november ook allerlei interessants op. Allereerst ontdekte men dat rond de al eerder bezochte bronnen de hoeveelheid leven intussen minder was geworden. Rond de nieuw ontdekte bron krioelde zoveel leven dat

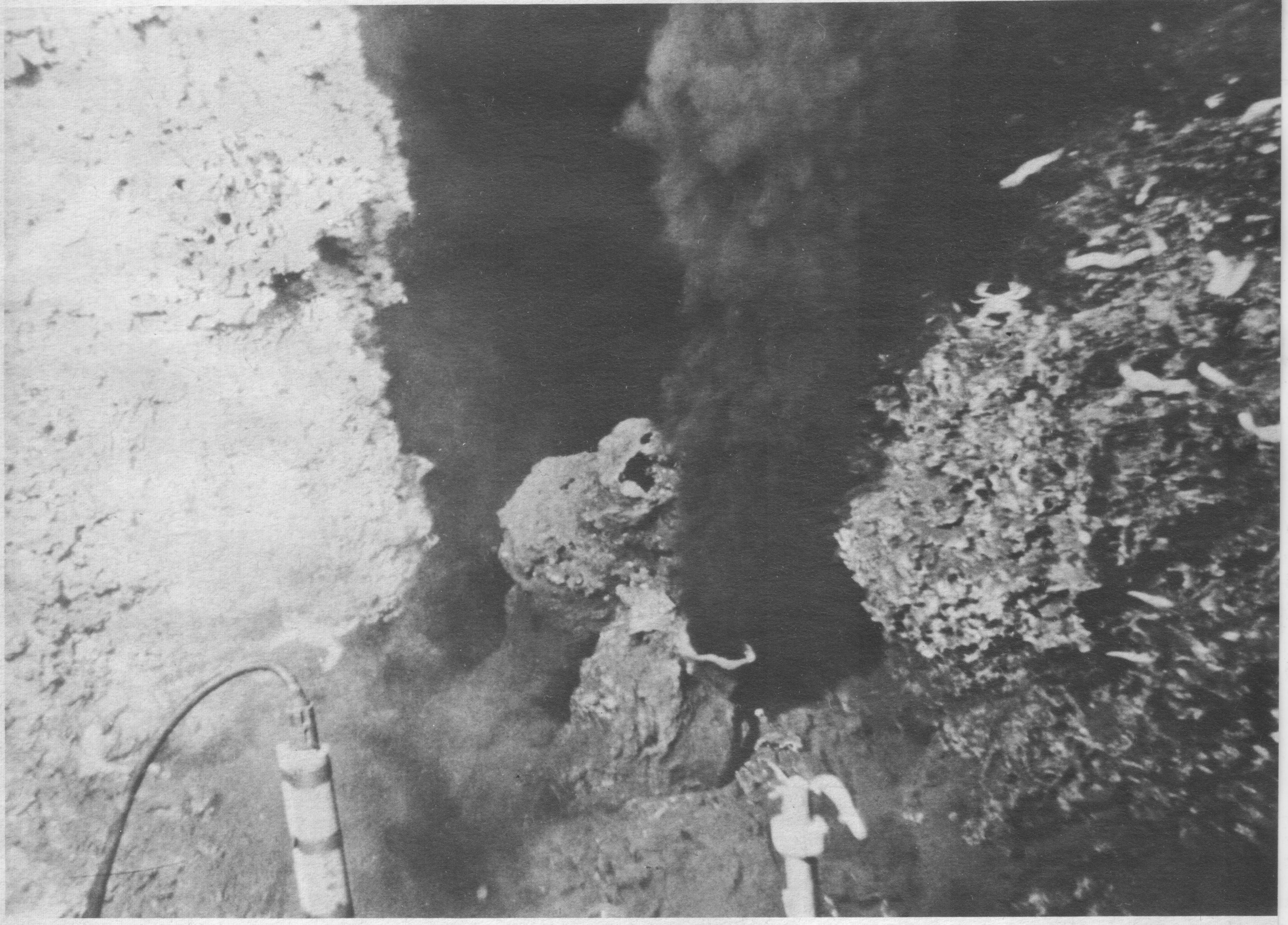


De Alvin met werkarm en instrumentenplatform. Door de patrijspoort aan de voorkant kan men de werkzaamheden buiten volgen. Op de kabine van het scheepje zitten een tv-kamera, een sonar en verlichtingsapparatuur.



Een exemplaar van de witte vissen die rond de heetwaterbronnen ontdekt zijn. De vis hoort tot de familie van de Aphyonidae; een nadere onderverdeling naar geslacht en soort bestaat nog niet. Foto Scripps Institution of Oceanography

Een hete bron met schoorsteen en spuitend zwart water. Op de voorgrond zijn enkele meetsondes van de Alvin te zien.



men de "schoorsteenmantel" de "hangende tuinen" gedoopt heeft. Wat het achteruit lopen van de hoeveelheid leven bij de bekende bronnen voor betekenis heeft, weet men nog niet. Heel gelukkig waren de onderzoekers met de toevallige vangst van drie witte palingachtige vissen. Die had men wel al eerder gezien, maar nog niet kunnen vangen. Nu bleken na verschillende duiken van het onderzoekvaartuigje Alvin in totaal drie van dergelijke vissen in het instrumentenplatform van het duikbootje verstrikt te zijn geraakt. Die witte vissen (20 tot 30 centimeter lang) waren tot 1979 een onbekende levensvorm. Met de drie bemachtigde exemplaren kan men de vis nu goed klassificeren.

Hoofdrol voor Alvin

Bij het onderzoek van de hete bronnen speelt het onderzoekvaartuigje Alvin een centrale rol. Dit duikbootje is al sinds juni 1964 in gebruik en heeft al meer dan 900 keer een duik uitgevoerd. Het kan tot maximaal 4000 meter diepte komen en daar zes tot tien uur blijven. Aan boord is plaats voor drie personen, waarvan één de bestuurder is. De twee andere kunnen technici of onderzoekers zijn. Erg ruim is het aan boord overigens niet. De bemanningsleden zitten vrijwel boven op elkaar. Met onderzoekers die in het scheepje meewillen, wordt altijd een proefduik gemaakt. Dat doet men om hen te leren hoe ze in geval van nood (als de bestuurder bijvoorbeeld uitgeschakeld raakt) met het scheepje moeten omgaan, en om hen te testen op "opslui-

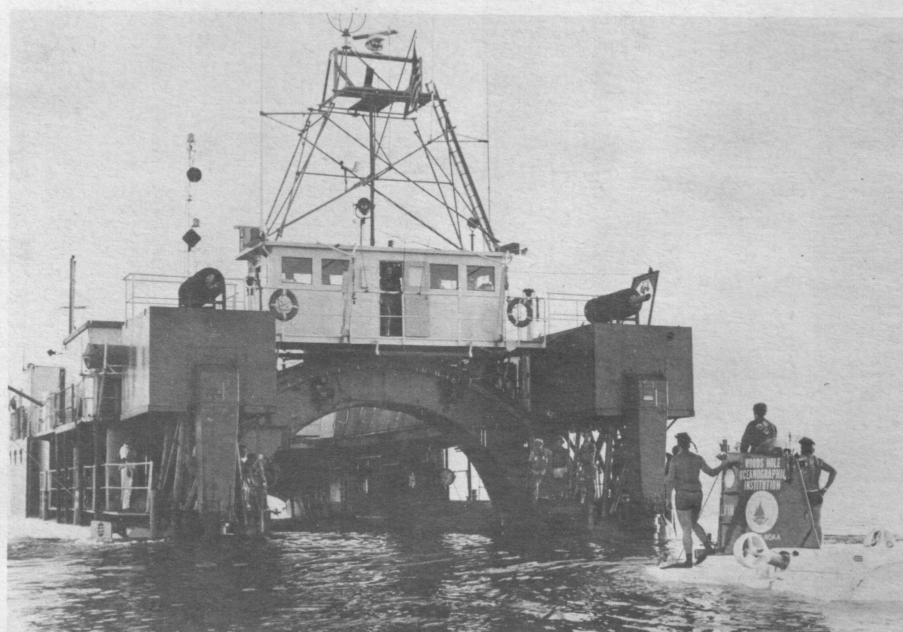
De bemanningsmodule van de Alvin, niet erg geschikt voor mensen met opsluitingsvrees. Een duik kan zes tot tien uur duren.



tingsvrees". Tijdens alle duikvaarten heeft men nog nooit een missie hoeven onderbreken omdat één van de inzittenden zijn zenuwen niet de baas kon. Wel was voor enkele onderzoekers de proefduik genoeg om te kunnen konstateren dat ze zich voor langere duur toch niet in de Alvin thuis zouden voelen.

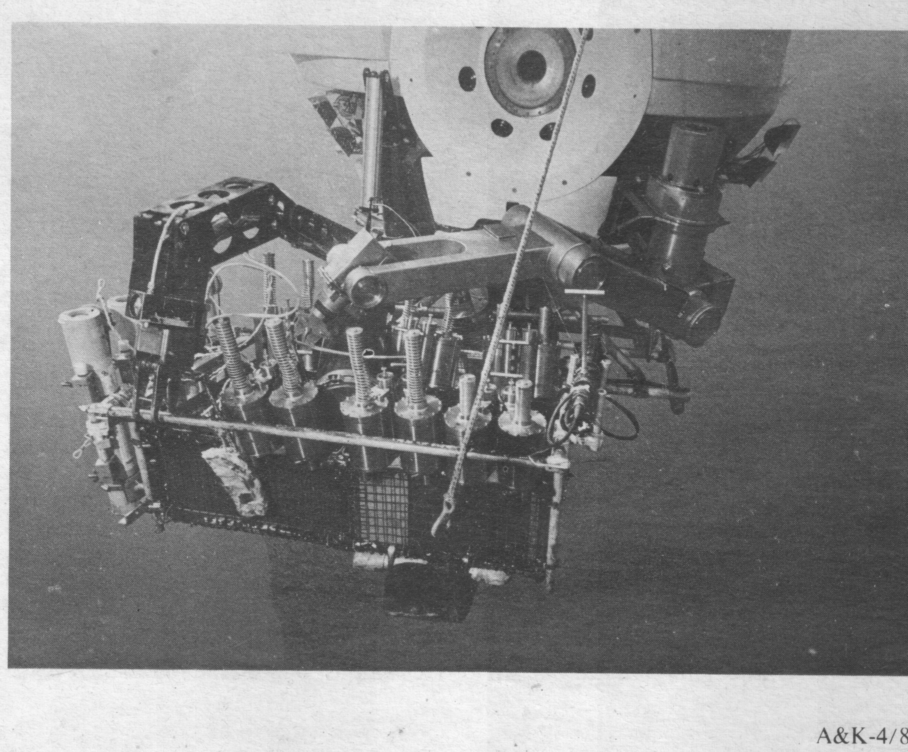
De Alvin heeft een bewogen leven achter de rug. Het scheepje werd, zeker in de begintijd, regelmatig door de Amerikaanse marine gebruikt. In 1966 werd het ingezet om een kernbom te zoeken die na een vliegtuigbotsing boven Palomares in Spanje terecht was gekomen in de Middellandse Zee. Twee jaar later gebeurde tijdens een marine-onderzoek bij de Azoren een ongeluk. Daarbij zonk het scheepje naar een diepte van

De Alvin (rechts) heeft een bijzonder soort moedervaartuig, de Lulu (links). Dat is een katamaran waardoor het te water laten en oppikken van de Alvin onder geschikte omstandigheden kan gebeuren.



ruim 1500 meter, terwijl de bemanning zich op het nippertje kon redden. De Alvin werd echter pas tien maanden later geborgen, en vervolgens grondig opgeknapt en verbouwd. In 1967 was het scheepje trouwens door een bijna honderd kilo wegende zwaardvis aangevallen en licht beschadigd. De vis beëindigde dat avontuur op de eettafel. Vanaf 1974 is de Alvin uitgebouwd tot een vaartuigje waarmee steeds meer wetenschappelijk onderzoek kan worden gedaan. In 1974 heeft het scheepje eens een uur lang in een spleet in de zeebodem vastgezeten. Eén van de bemanningsleden van toen maakte in 1977 opnieuw angstige momenten door toen bij

Voor het bemonsteren van het water van de hete spuitbronnen zijn speciale flessen van titanium ontwikkeld, die hier op het instrumentenplatform van de Alvin te zien zijn.



de Galapagos Breuk een vallend brok gesteente het scheepje op een haar na miste. Dat zijn echter dingen die kunnen gebeuren bij het verkennen van het veelal onbekende en soms ook woeste terrein van de oceaanbodem.

Alle illustraties, tenzij anders vermeld, Woods Hole Oceanographic Institution

Een nieuw "apenproces" en een knuppel in het hoenderhok

G.J. van Lonkhuyzen

Rechter William Overton in Little Rock, Arkansas, kreeg de zaak te behandelen: wetenschap versus godsdienst, zei men, maar de bijnaam "apenproces" sloeg beter aan. De vraag was of het verplicht onderrichten op de openbare scholen in de staat Arkansas van de "scheppingswetenschap" onwettig was of niet. Het werd een proces van negen dagen, waarbij het dus niet ging om de vraag of wij geëvolueerd dan wel geschapen zijn, maar om de vraag of een bepaalde scheppingstheorie verplicht mag worden gesteld. (Dat mag niet, zei rechter Overton later.) De bijnaam apenproces stamt uit 1925, toen biologieleraar John Scopes voor de rechter werd gedaagd omdat hij de evolutietheorie had uitgelegd op school. Dat proces kreeg zijn benaming vanwege de toen als schokkend ervaren stelling dat de mens geëvolueerd zou zijn uit de aap.

Het proces dat in december afgelopen jaar in Little Rock begon, had in feite een tegengesteld doel: de vrijheid van onderwijs. Fundamentalisten (of kreationisten) hadden kans gezien een wet erdoor gedrukt te krijgen waarin werd bepaald dat op openbare scholen naast de evolutietheorie ook de scheppingswetenschap moest worden onderwezen.
Dat bracht de Amerikaanse unie voor burgerlijke vrijheden in het geweer. Zeventien advokaten werden gemobiliseerd om deze wet weer geschrapt te krijgen. De unie kreeg de hulp van alle christelijke kerken en van diverse geleerden die, wat ze er zelf ook van vonden, in ieder geval van mening bleken dat de scheppingswetenschap helemaal geen wetenschap is en dat de wet op het "evenwichtig onderwijs" zoals hij officieel heet, helemaal niet evenwichtig is.
De uitkomst van het proces zal aan de verschillende overtuigingen niets veranderen. Maar de fundamentalisten, de ijveraars voor de scheppingswetenschap, wilden met het voorbeeld van Arkansas in alle andere Amerikaanse staten de onderwijswetten ten gunste van hun scheppingstheorie veranderd krijgen.

Scheppingswetenschap

De aanhangers van de scheppingswetenschap betogen dat wat zij stellen niet een geloof is, maar een wetenschap, die in hun geval dus uitkomt op een schepping door een goddelijk wezen. Zij stellen dat de Aarde tienduizend jaar oud is en dat de mens zesduizend jaar geleden werd geschapen. Volgens hen komt men vanzelf tot deze stelling als men de Bijbel letterlijk neemt.
De darwinisten (evolutionisten) stellen dat de Aarde minstens vier en een half miljard jaar oud is en dat in die periode een evolutie heeft plaatsgevonden, waarbij steeds gekompliceerdere molekuulstrukturen konden ontstaan die tenslotte leidden tot de komst van de mens.
De kreationisten vallen de darwinisten aan op een groot aantal gaten in de darwinistische theorie. Daarmee zeggen ze echter niets nieuws, want de evolutietheorie zit vol vraagtekens en veel darwinisten staan vooraan als daar op moet worden gewezen. Een gat in de ene theorie bewijst echter nog niet het gelijk van een andere theorie.

Knuppel in het hoenderhok

Temidden van het wetenschappelijk en pseudo-wetenschappelijk gekrakeel in Little Rock verscheen uit Bristol de Britse professor Chandra Wickramasinghe.
Hij zei over de evolutietheorie heel eenvoudig "een hoop gezwam", maar hij voegde er aan toe dat de scheppingswetenschap geen haar beter is. Nee, zei Wickramasinghe, de mens (want daarom draait het in de theorieën) is afkomstig van een buitenaardse intelligentie.
In dezelfde tijd dat deze Britse wiskundige in Little Rock zijn theorie ontvouwde, deed de roemruchte astronomie-professor Fred Hoyle hetzelfde in Londen. Voor een gezelschap van geleerden van het Brits Koninklijk Genootschap zei Hoyle dat de mens gevormd is door 200.000 verschillende DNA-ketens, die bovendien nog op één bepaalde manier gerangschikt zijn. Het is volmaakt uitgesloten dat zoiets (volgens de evolutietheorie) door toeval kan zijn ontstaan. "De kans is groter", zei hij, "dat men met een dobbelsteen vijf miljoen maal achter elkaar een zes gooit." Overigens gaat Hoyle er daarbij van uit dat de rangschikking van al die ketens na elkaar is gebeurd volgens de wetten van de kansrekening. Onder biologen is dat nu net een van de wezenlijke vragen. Een selektief verlopend proces is veel minder onwaarschijnlijk wanneer het eenmaal op gang is gekomen. Volgens Hoyle echter moet de mens het resultaat zijn van een intelligente aktie. Hij wierp de hypothese op dat er mogelijk miljoenen jaren geleden, op een of andere planeet, een beschaving kan hebben geleefd die het einde van haar bestaan naderde. Die beschaving zou, om het voortbestaan van intelligentie te verzekeren, de bouwstenen ervan hebben kunnen rekonstrueren en "losgelaten" in het heelal. Hoyle beweert niet dat wij "nakomelingen" zijn van die verdwenen intelligentie, maar een produkt daarvan.
Wickramasinghe, een wetenschappelijke bondgenoot van Hoyle, had in Little Rock ook een fraaie vergelijking:
"De mens door toeval laten evolueren is net zoiets als een windhoos die door een schroothoop raast en dan een Boeing 747 achterlaat."
De nieuwe thoerie van Hoyle die de mens laat ontstaan door een aktief besluit van een intelligentie, komt verdacht dicht bij het idee van een goddelijk besluit. Maar Hoyle verwerpt de scheppingstheorie net zo goed als de evolutietheorie, of geen van de theorieën helemáál. Hij denkt dat de komst uit de ruimte van gekompliceerde molekulaire strukturen een verklaring kan geven voor de zogenaamde "ontbrekende schakels" in de ontwikkelingsgang van het leven op Aarde. Dat geldt voor de evolutietheorie, maar misschien ook voor onbesproken details in het Bijbelse Genesis-verhaal. Dat scheppingsverhaal telt niet meer dan 31 regels en daar zouden heel veel detailinvullingen in kunnen passen. De theologen en andere geleerden moeten het evenwel eerst eens worden over de uitleg van de woorden in Genesis.

Nu vier opvattingen

En zo hebben we nu een scheppingsverhaal zónder wetenschappelijke pretenties (Genesis), een scheppingswetenschap mét die pretenties, een evolutietheorie (Darwin) en de theorie van de buitenaardse intelligentie.
Dat de groepen elkaar soms fel bestrijden, blijkt uit het "apenproces", maar ook uit het feit dat Wickramasinghe bij thuiskomst in Bristol dreigbrieven vond. De afzenders zijn, denkt hij, neodarwinisten, net zo extreem-dogmatisch als de fundamentalisten in de Amerika.
Zelf hebben we nog een vraag aan Hoyle: hoe ontstond de beschaving die uiteindelijk tot onze komst leidde?

Europa kleurde de wereld

K.Elhorst

Doemdenken (1)

Aan de horizon flitst een schel licht. Een zuil rijst recht omhoog en uit de bovenzijde wolkt een paddestoel omhoog. In onze schuilplaats wordt een harde storm voelbaar. Het lijkt alsof er een orkaan overtrekt.
Het is een fascinerend beeld dat aan zeer velen in de ergste angstdromen verschijnt. De "grote knal", de explosie van een alles-vernietigende bom is gekomen.
Of....zal plotseling de laatste druppel olie op zijn en zal de laatste gasbel zijn laatste adem uitblazen? Of....zal de laatste vogel stikken in zijn eigen gezang? De toekomst is vervuld van dergelijke gedachten. Soms lijkt het alsof een onzichtbare kracht ons allemaal in een grote krisis meesleurt. Ons allemaal, want in het doemdenken ontkomt niemand aan de laatste grote ramp. De krises die ons treffen, spelen zich immers op de hele Aarde af. Moet het menselijk vernuft het onderspit delven tegen zijn eigen schepping, een wereldwijd verbreide en geliefde technologische ontwikkeling?
Er is in onze dagen geen land ter wereld meer waar de techniek geen rol speelt. In de armste landen wonen mensen die beschikken over auto's, tv's, huishoudelijke apparatuur en vooral....wapens. Elk volk in de wereld heeft er kennis mee kunnen maken. De Europeanen hebben in een eeuwenlange overheersing van andere volken overal technische kennis verspreid. Nu bezitten tallozen in de wereld die kennis. Het wordt de Europeanen "bange te moede". Over de hiermee gepaard gaande doemgedachte gaat een artikelenreeks in de komende tijd. Hieronder beginnen we met een beschouwing over de Europese expansie over de wereld.



Een atoombomexplosie, het symbool van en een bron voor het doemdenken van onze tijd. Gaan wij onszelf met onze verworven technologie vernietigen? Foto Sectie Militaire Geschiedenis, Kon.Luchtmacht

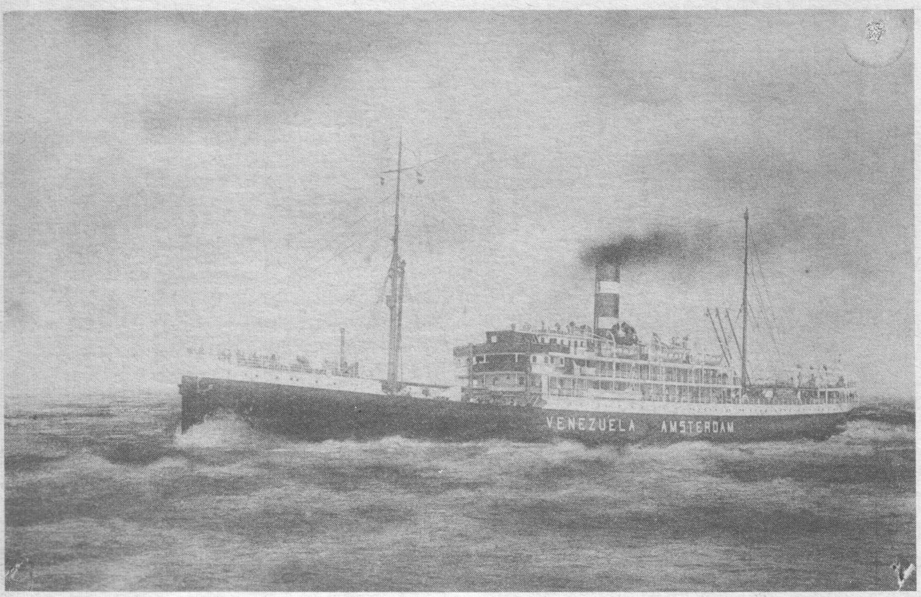
Wie hoog stijgt....

In 1929 steeg de hertogin van Bedford op in een vliegtuig. Zij was tweeënzestig, maar vond de luchtvaart "terrific". In hetzelfde jaar behaalde de dame op leeftijd een brevet. Dat was in die dagen eenvoudiger en gevaarlijker dan tegenwoordig.
De adellijke dame was beslist niet de enige die door de vliegerij was gegrepen. Overal in West-Europa juichten honderdduizenden bij ieder hoogstandje op luchtvaartgebied. Zo beleefden de Nederlanders in 1919 hun grootste triomf. Op 18 december van dat jaar startte vlieger Smirnov zijn houten vliegtuig De Pelikaan. Vol beladen met kerstgroeten zou het toestel een poging wagen Indië te bereiken, en dat lukte. Op 22 december landde de houten vogel in de Gordel van Smaragd, Nederlands Indië. De direkteur van de KLM, Plesman, vond dat er nooit een grotere prestatie op verkeerstechnisch gebied was geleverd. Dat is nog maar de vraag. De prestaties van Columbus, Houtman en De Keijzer, Magelhaen waren ook geen kleinigheden.
Maar in de dertiger jaren waren de Europeanen erg trots op de grote technische verworvenheden. Bovendien was de prestatie van Smirnov inderdaad belangrijk. Eeuwenlang had een tocht naar Indië een aantal maanden gekost. Met de stoomboot duurde de overtocht altijd nog een paar weken. Het vliegtuig deed er een paar dagen over. Voor de Europeanen, met hun wereldwijde bezittingen, was het allemaal van groot belang.
In 1930 was het zo'n vierhonderd jaar geleden dat de eerste koloniën waren gesticht. De verbindingen tussen moederland en kolonie vertoonden ruim driehonderd jaar lang grote gebreken. In de negentiende eeuw nam echter de techniek een grote....vlucht. De onverbiddelijke bestseller van die eeuw was de stoommachine. Toch was die uitvinding beslist niet uit de hemel komen vallen. In de Middeleeuwen voorspelde de monnik Roger Bacon al:"Zet je vooroordelen opzij. Dan wordt de geest bevrijd. Er zal een tijd komen dat de wagens vanzelf kunnen rijden en de mens kan vliegen." Was hij een helderziende? Misschien wel, maar het kan ook zijn dat hij inzicht had in de Westeuropese denkwijze.

Europa, een geest van techniek

Eigenlijk was het geen wonder dat een monnik zo'n wereldse uitspraak deed. In de eerste plaats waren de monniken vaak nog de enigen die konden schrijven. Bovendien heeft de Christelijke Kerk in West-Europa een bijzondere rol vervuld. In de kloosters bleef namelijk een deel van de Grieks-Romeinse kultuur bewaard. De monniken konden de geschriften uit de antieke wereld beter lezen dan wie ook. Ze deden dat met graagte. De Christenen waren immers voortdurend op zoek naar het godsbewijs. Zo was hun traditie. In de begintijd hadden ze dat bewijs steeds nodig om in woord en daad tegen hun heidense vervolgers op te kunnen. De speurtocht naar het enige echte godsbewijs bleef ze bezig houden. Daarbij stootten ze op de wereldse levenshouding van de Grieken en Romeinen. Die bleken soms

goed de techniek ten eigen nutte te kunnen gebruiken. Zo liet Archimedes de zon weerkaatsen in grote spiegels op de stadsmuren van Syracuse. Deze spiegels dienden zo als brandglas om de schepen van de aanvallende Romeinen in brand te steken.
Archimedes was niet de enige die zich met wereldse bespiegelingen bezig hield.
Nog beroemder was Aristoteles die ongegeneerd nieuwsgierig te werk ging bij zijn biologisch onderzoek. Hij pleegde weliswaar weinig systematisch onderzoek, maar hij leerde de Europese mensen het "wetenschappelijke kijken".



De stoommachine leidde tot stoomboten waarmee het onderhouden van verbindingen tussen moederland en koloniën enorm werd vergemakkelijkt.

Volgens de leiders van de Kerk was het allemaal maar heidens gepraat. Lang niet alle geestelijken namen daar echter genoegen mee. De redding voor hen kwam van Thomas van Aquino. Hij leverde een verklaring van de leer van Aristoteles die voor de Kerk aanvaardbaar was. In 1323 werd Thomas heilig verklaard. Daarmee was de weg voor het wetenschappelijke onderzoek voorgoed een toegestaan pad.
Op deze weg bevond zich ook later Isaac Newton. Maar hij was geen opvolger van Thomas. Newton maakte duidelijk dat ontdekkingen ook bruikbaar zijn zonder de "goddelijke vonk" erin te onderzoeken.
In al die eeuwen hebben talloze andere onderzoekers en geleerden verdienstelijk werk gedaan. Uit alle onderzoek blijkt dat de Europese mens zich op een bepaalde manier meester maakte van de natuurwetten. Tallozen raakten geboeid door dit wetenschappelijk onderzoek. De wetenschap en de techniek bloeiden er door op. De mensen werkten zichzelf daardoor ook wel eens in de nesten. De kernbom is één van die nesten.

De verbindingen met de koloniën vormden altijd een groot probleem. In de negentiende eeuw bracht de techniek daarin verlichting. Eén van de nieuwe kommunikatiemiddelen was de telegraaf. Op deze foto is de zogenaamde Hughes-telegraaf te zien. Deze apparatuur was na 1860 gedurende een groot aantal jaren (tot rond het midden van onze eeuw) in gebruik. Foto Pers- en Publiciteitsdienst PTT



Europa vliegt uit

Misschien waren de Middeleeuwen zó donker dat de mensen het licht in het Oosten zochten. In elk geval richtte de eerste Europese expansie zich naar het oosten. De Duitsers waren al lange tijd bezig strooptochten te houden bij hun heidense oosterburen. Velen van hen werden afgevoerd naar de Zuideuropese slavenmarkten. Bovendien pleitte Paus Urbanus II in 1095 voor een "christelijke veldtocht tegen de heidense (moslim) bezetters van het Heilige Graf in Jerusalem". Gedreven door christenplicht en zucht naar avontuur volgden tallozen de pauselijke oproep. De Kruistochten waren begonnen.
De Kruisridders hadden op den duur niet erg veel sukses in hun pogingen Jerusalem te behouden. Ze kregen echter wel de smaak te pakken van de weelde die in het Oosten te vinden was. Al gauw deden de wildste geruchten de ronde over de rijkdommen die verder oostelijk te vinden waren. Zo verspreidde zich op den duur het verhaal dat in Cathay (China) het goud op straat lag. Het was natuurlijk erg de moeite waard daar achteraan te gaan. Goud lokte de Europeanen sterk. In Europa was niet veel goud te vinden. Zelfs de zilvermijnen waren maar klein. Op naar het Oosten dus.

De vruchten zijn zoet

Op 22 juni 1897 zagen grote groepen Londenaren de vruchten van eeuwenlange wereldverkenning. Op die dag trokken prachtige soldaten en vorsten uit alle delen van de wereld voorbij. Noord-Amerika, Oost- Azië, Australië, Nieuw-Zeeland, Voor-Indië, Zuid-, Midden- en Noord-Afrika en Egypte paradeerden langs het baldakijn waarop koningin Victoria haar diamanten jubileum vierde. Daar zat zij, temidden van haar Britse getrouwen, koningin van Engeland en keizerin van India. De Britten waren trots. Plotseling wisten ze weer dat Londen het hart van een wereldrijk was.

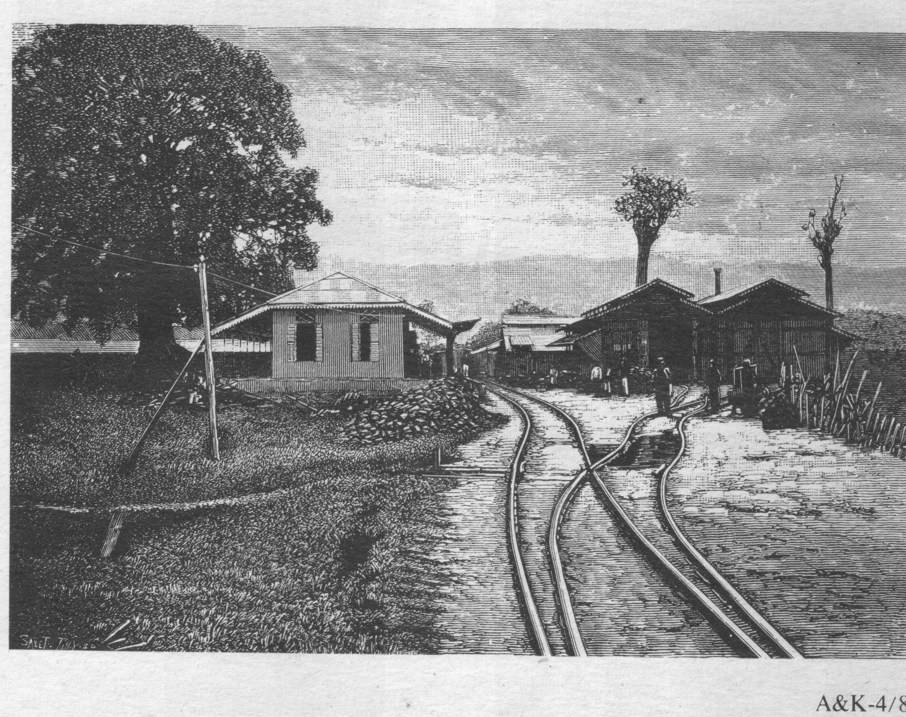


Over de hele wereld vertonen de grote steden een typisch westerse invloed in de vorm van torenflats. Hier een kijkje in Singapore met op de voorgrond de traditionele sampans en huisjes in plaatselijke stijl. Foto Piet Niekerk

In die dagen was het Britse wereldrijk verreweg het grootste. Een kwart van de wereldbevolking leefde in het gebied van de "Pax Brittannica", de Britse vrede. Eigenlijk twijfelde niemand eraan dat die vrede onaantastbaar was. Die vrede was even onkwetsbaar als Groot-Brittannië zelf. Het trotse eiland lag daar zo veilig, omgeven door zee. In 1897 was het 831 jaar geleden dat een vijandelijk leger voor het laatst het land had veroverd. In die achthonderd jaar waren de Britten een tolerant, vrijheidslievend en welvarend volk geworden. Zij konden zich koesteren in hun "splendid isolation". En wie het waagde het witte eiland te dicht te naderen, zou zeker kennis maken met Hare Majesteits Marine. Zo hielden de Britten zich de Europese perikelen van het lijf in de gelukzalige gedachte aan hun rijk.
De Europeanen op het vasteland waren niet zo enthousiast over de Britten. Zij vonden het maar een arrogant en autoritair zeevolk. Stuk voor stuk zaten de Europese regeringen te wachten tot "Brittannia" eens onderuit zou gaan. De Duitsers wilden daaraan best een handje meehelpen. Daarom waren ze druk doende een grote vloot op te bouwen.
De Nederlanders voelden zich steeds benard door de machtige konkurrent. Zij hoopten erop dat de Zuidafrikaanse boeren de "Rooinekken" (vanwege de rode Britse soldatenjassen) een lesje zouden leren. En de Fransen? Die gloeiden van jaloezie. Maar aan de Franse oostgrens doemde een gevaarlijker vijand op, Duitsland. Daarom bleken de Fransen steeds bereid voor Britse wil te buigen. Ze hoopten op hulp tegen Duitsland.
De Europeanen vormden dus niet bepaald een eenheid. Ze voelden zich wel allemaal hoog verheven boven de bevolking van hun koloniën. De Britten zaten er als heersers, de Nederlanders als kooplui, de Fransen als boerenjongens die de kolonie graag wilden omtoveren tot een stukje Frankrijk. Maar al die westerlingen voelden zich superieur aan de oorspronkelijke bevolking. Dat gevoel was geboren door het sukses van de kolonisatie en dat sukses was voor een groot deel het resultaat van het technisch overwicht van de Europeanen.

Een nieuwe demon

December 1932, Amsterdam-Batavia per vliegtuig in vier dagen. Voor de Nederlanders was het een hele triomf. Maar er zullen heel wat inlanders geweest zijn die de schrik van hun leven kregen. Zij zagen voor het eerst een vliegtuig overkomen.
Zeker, de meesten waren zo langzamerhand al wel wat gewend. De blanke mannen lieten meestal geen kans onbenut om hun technisch vernuft te laten blijken. In de negentiende eeuw kostte dat de Europeanen ook weinig moeite meer. De ene na de andere uitvinding vertoonde zich. De belangrijkste was voorlopig de stoommachine. Dat lieten de blanken goed merken. Op allerlei



Het wonder der techniek drong overal door. Hier een blik op het spoorwegstation Kraton van Kotta Radja in Nederlands Indië.

plaatsen legden ze spoorlijnen aan. De Britten liepen in dat opzicht trouwens voorop. Zo konden de Britse bewoners van India al genieten van een komfortabel spoorwegnet. De treinen waren onderverdeeld in vier klassen. Op die manier konden de Britten zich gemakkelijk distanciëren van de plaatselijke bevolking.
Maar het draaide natuurlijk niet allemaal om gemak. Het imperium moest in de eerste plaats winst opleveren. Daarom planden de ingenieurs spoorlijnen die het oerwoud "open braken". Ze legden ze de Oeganda-spoorlijn aan. Degenen die er aan werkten leden onder mensenetende leeuwen, ongelukken, ziekten en aanvallende inboorlingen. De plaatselijke bevolking voelde er vaak niets voor om "ontdekt" te worden. Uiteindelijk kwam de lijn er toch. Een andere keer gaf de spoorlijn aanleiding tot hoogmoed. Cecil Rhodes plande een spoorweg die langs de Victoriawatervallen zou lopen. Op die plek zouden de natuur en het menselijk vernuft elkaar als gelijkwaardigen ontmoeten, vond hij. Daarom moest de trein zó dicht langs de waterval rijden dat de spetters op de ruiten zouden neerslaan. Zo geschiedde. Maar in werkelijkheid had men de brug beter negen mijl stroomopwaarts kunnen bouwen.
De trein was natuurlijk niet het enige stuk techniek dat de Europeanen in de koloniën invoerden. Stoomboot, telegraaf, auto en grootse irrigatiewerken begonnen de vroeger onaangeroerde gebieden van aanzien te veranderen. Soms was de komst ervan in het voordeel van de bevolking. Maar meestal was het grootste voordeel ervan de winst die het de Europeanen opleverde. Zo legden de Britten in Egypte een irrigatiesysteem aan. Daardoor hoefden de boeren niet steeds te wachten tot de Nijl overstroomde. In tijden van overvloed aan water lukte het een watervoorraad op te slaan. Voor de boer was het een uitkomst. In het vervolg was hij minder afhankelijk van geldschieters en seizoenen.
Voor de Brit was het ook een uitkomst. Door de regelmatige bevloeiing van het Egyptische land steeg de katoenopbrengst, en die katoen werd verwerkt in Lancashire, waar de industrie van het moederland er van profiteerde. De Britten waren echter niet de enigen die op hun koloniën teerden. Zo legden de Nederlanders een groot deel van hun spoorwegnet aan dankzij de winsten uit de koloniale handel.
Zeker, talloze bestuursambtenaren hebben geprobeerd de belangen van de plaatselijke bevolking te dienen. Maar de keus was soms moeilijk, landgenoot of inlander? Uiteindelijk was er altijd de macht die uit de loop van een geweer kwam. De inlanders bleven onmondig.



Nog steeds verspreidt de erfenis van de Europese wetenschap en techniek zich over de wereld. Hier een kijkje in een opslagruimte ergens in een ontwikkelingsland, waar waterleidingslangen en geneesmiddelen een plaats vinden. Foto UNICEF

Kerend tij

In 1905 werden alle regeerders van Europa met verbijstering geslagen. De Japanse vloot zag kans de Russische ten onder te doen gaan. Het was lang geleden dat een Aziatische staat een Europese had verslagen. Nu bleek ineens dat Aziaten ook moderne wapens konden hanteren. Blijkbaar waren ze in staat de Europese technologie over te nemen. Ongerustheid begon bij de Europeanen om zich heen te grijpen. Andere volkeren vatten echter juist moed. Zo namen talloze Indiërs in de Eerste Wereldoorlog dienst om de Britten te helpen. Zij hoopten na de oorlog meer vrijheid te krijgen. In 1917 stegen hun verwachtingen naar een hoogtepunt. Maar na de vrede bleek er weinig van terecht te komen. Er kwam wel een nieuwe grondwet, maar de Rowlatt-wetten beperkten een ieders vrijheid sterk. De betekenis daarvan drong goed tot de Indiërs door na de Amritsar-slachting. Britse militairen openden het vuur op zo'n vijftienduizend demonstranten. Er vielen vijftienhonderd doden en gewonden.
Het verzet in India groeide. Een zekere Gandhi kreeg daarin de leiding. Hij pleitte ervoor vreedzaam verzet te plegen. Bovendien werkte hij de Britse ekonomie tegen. Zijn aanhangers probeerden op verscheidene plaatsen de Indische ekonomie op gang te brengen. Daarbij maakten ze gebruik van de kennis die ze van de Engelsen overnamen, zoals hygiëne en industriële technieken. Ze pleegden ook verzet door de spoorwegen te blokkeren.
Op den duur kregen andere koloniale heersers daar ook mee te maken. Verzetsbewegingen probeerden steeds de technische hulpmiddelen van de overheerser te roven of te vernielen. Nu de techniek niet langer het voorrecht was van de Europeanen, begon hun macht te tanen.

Een ereschuld

De Europeanen voerden zo'n vijftig jaar geleden niet alleen techniek uit naar de koloniën. De andere wetenschappen waren ook steeds belangrijker geworden. Zo waren er opzienbarende ontdekkingen gedaan in de medische wetenschap. In 1928 vond dr. Ian Fleming de penicilline uit. In de jaren tevoren waren malaria, cholera, tyfus en pest beter bestrijdbaar geworden. Een groot aantal zendelingen en missionarissen boekte in de binnenlanden van Afrika en Azië veel sukses met nieuwe medicijnen. De oude geneeskundige stand van medicijnmannen stond vaak machteloos tegenover het wetenschappelijke geweld uit Europa. Daardoor pleegden de "wijze" doktoren uit het Westen een enorme inbreuk op het sociale verband in deze gebieden. De bewoners ervan richtten hun hoop op westerse kennis en wetenschap. De bewijzen ervan zijn in ieder ontwikkelingsland te vinden. Om een ereschuld in te lossen gaan we nog steeds door met het geven van wetenschappelijke en technische kennis.
Het kan nu ook moeilijk anders. De Europeanen hebben met hun kennis en wetenschap de hele wereld gekleurd. De klok kan niet terug gezet worden. Maar misschien is het goed de oplettende leerlingen in Afrika, Azië en Zuid-Amerika meteen iets te vertellen over de keerzijden van de wetenschappelijke medaille.

Bestrijding van hardnekkige nek-en schouderpijn door akupunktuur

Dr. Kho Hing Gwan

Ons land raakt hoe langer hoe meer vertrouwd met akupunktuur. Het toenemend aantal publikaties, ondermeer in het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde en het interimadvies van de Commissie Alternatieve Geneeswijzen aan de minister van volksgezondheid en milieuhygiëne (oktober 1978) wijzen daarop. In het interimadvies wordt ondermeer gepleit voor een nader onderzoek naar het effekt van de akupunktuur als geneeswijze. Naast het herhalen van eerdere aanbevelingen heeft de Commissie in haar eindrapport van januari 1981 zelfs gesteld dat zij opname van akupunktuurbehandelingen in het ziekenfondspakket noodzakelijk acht. Van akupunktuur kunnen geen wonderen worden verwacht, maar de behandeling kan wel heel goed naast bestaande methoden funktioneren, en soms uitkomst bieden waar andere behandelingswijzen falen. In dit artikel zal daar een voorbeeld van worden gegeven.

De aandoening waar het om gaat, staat bekend als het cervikaal syndroom. Mensen die daar aan lijden, klagen over pijn die uitgaat van de nek en al dan niet uitstraalt naar hoofd, schouder(s) en boven- en onderarm(en). Er kan een tintelend gevoel in de vingers optreden. In ernstige gevallen komt krachtverlies in de handen voor. De pijn kan met onderbrekingen of voortdurend aanwezig zijn.
Door de pijn is men geneigd het betreffende lichaamsdeel minder te bewegen, met name de nek. Dat leidt bijvoorbeeld tot spierpijn in de schouders en stijfheid.
Er kunnen voor de aandoening enkele oorzaken aangewezen worden. De meest aanvaarde is dat de zenuwen rond de halswervels worden samengedrukt door onder andere een versmalling van de tussenruimten tussen de wervels; de zenuwen lopen door die tussenruimten. Andere oorzaken zijn een verminderde kwaliteit van de kraakbeenschijven tussen de wervels en het oplopen van stootwonden.
Soms zijn klachten aanwezig zonder dat op röntgenfoto's van de wervels iets bijzonders te zien is. Enkele onderzoekers leiden daaruit af dat het cervikaal syndroom ook een uiting kan zijn van het niet goed funktioneren van het lichaam of van psychische problemen.
Het syndroom wordt meestal behandeld door het toedienen van pijnstillende middelen, medicijnen tegen ontstekingen of door verschillende vormen van fysiotherapie. De bedoeling is de cirkel van pijn-spierspanning -bewegingsbeperking-stijfheid-pijn te doorbreken. Een vergelijkende studie over de resultaten van deze verschillende behandelingswijzen toont geen duidelijk verschil aan.

Bij de behandeling met akupunktuur ging het om 121 mensen die aan het cervikaal syndroom leden. Daarvan waren 43 mannen en 78 vrouwen. De jongste was nog geen 20, de oudste ruim 70 jaar oud. De leeftijdgroep van 50 tot 60 jaar was naar verhouding het sterkst vertegenwoordigd. Bijna 75% van de patiënten had al meer dan twee jaar klachten, en 90,9% was herhaaldelijk bij de huisarts geweest en bovendien door minstens één specialist behandeld, zonder veel resultaat. Bij de helft van het aantal patiënten bleken op röntgenfoto's wervelveranderingen zichtbaar, bij twaalf was op die foto's niets bijzonders te zien en van de rest van de patiënten was niet bekend of er röntgenfoto's waren gemaakt en wat dat eventueel had opgeleverd. Alle patiënten hadden ooit fysiotherapeutische behandeling gehad. Omdat de verschillende behandelingswijzen weinig of geen resultaat hadden, kregen de patiënten te horen dat ze maar met de kwaal moesten leren leven.

Methode

Van iedere patiënt werd een uitvoerige beschrijving van het verloop van de aandoening opgenomen, indien nodig een lichamelijk onderzoek uitgevoerd en de toestand van de pijnlijke streek vastgelegd. In principe werd bij elke patiënt een begeleidende brief van de huis arts of de specialist gevraagd. Wanneer de gegevens onvoldoende waren, werden röntgenfoto's van de nekwervels gemaakt. De eenvoudigste klacht was pijn in de nek (zeven personen). Bij 47 personen waren de meeste symptomen van het cervikaal syndroom aanwezig, van pijn in de nek tot tintelingen in de vingers toe. Personen bij wie de aandoening mede veroorzaakt zou kunnen zijn door samendrukken van de

De gebruikte puntenkombinatie bij de behandeling van het cervikaal syndroom.

pijn in de nek	Gv 13(taodao),	Gv 14(dazhui),	DV 15(tianliao)
plus hoofd- en achterhoofdpijn	Gb 20(fengchi),	Gv 16(fengtu)	
plus pijn in de schouder(s)	Gb 21(jianjing)		
plus pijn in de bovenarm(en)	Did 15(jianyu),	Did 14(binao),	DV 14(jianliao)
plus pijn in de onderarm(en) c.q. tintelingen in de vingers	Did 11(quchi),	Did 4(hegu)	

Resultaten	man	vrouw	totaal	in%
uitstekend	16	16	32	26,4
aanm. verbetering	3	19	22	18,2
lichte verbetering	10	24	34	28,1
onveranderd	10	16	26	21,5
slechter geworden	1	0	1	0,8
niet duidelijk	3	3	6	5,0
totaal	43	78	121	100,0

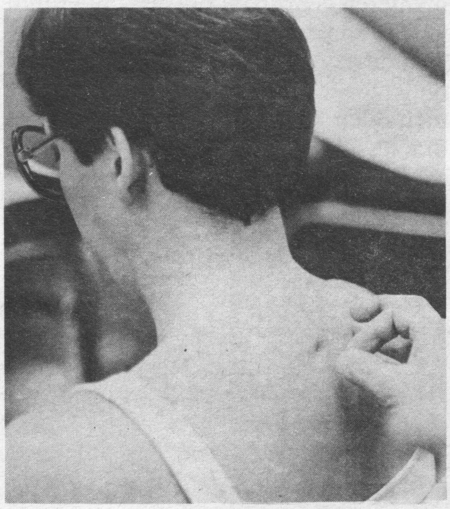
jaren geleden internationaal is ingevoerd.
Er werden roestvrije naalden (afmeting 0,5 respektievelijk 1,0) gebruikt, afkomstig van de China National Chemical Import and Export Corp., Shanghai Branch.
In de regel werd bij het insteken van de naald nagegaan of het deqi-gevoel ontstond. Deqi is een soort tintelend gevoel, gepaard gaande met sensaties van verstijving, dofheid, zwaar gevoel, zwelling en het gevoel alsof een stroom van de ingestoken punt uit door dat lichaamsdeel heen gaat. Dat sensatiegevoel duurt enkele sekonden wanneer de akupunktuurnaald op de juiste diepte is gekomen.
Na het insteken bleven de naalden gemiddeld 15 à 20 minuten staan. De pijnlijke punten die de patiënt aangaf, werden eveneens gepunkteerd. De behandeling werd met een tussentijd van één week herhaald. Er werd gestreefd naar een serie van maximaal tien behandelingen. Voor het onderzoek zijn uitzonderingsgevallen buiten beschouwing gelaten. Zo verdwenen bij enkele personen alle klachten al na een paar behandelingen. Wanneer de patiënt na vier behandelingen nog geen enkel effekt merkte, werden vanaf de vijfde behandeling twee tot vier punten in het meest gevoelige gebied gedurende twintig minuten met een stimulator bewerkt.
Aan het eind van de behandelingsperiode werd het resultaat bestudeerd. Daarna werd de huisarts of de specialist over het resultaat bericht.

Resultaten

De resultaten liepen uiteen van uitstekend tot slechter geworden. Uitstekend betekende dat de klachten waren verdwenen. Onder aanmerkelijke verbetering werd verstaan dat de klachten niet helemaal weggewerkt waren, maar niet meer als hinderlijk werden ervaren. In het geval van lichte verbetering was de pijn draaglijk geworden. Bij één patiënt bleek de akupunktuurbehandeling averechts te werken; de behandeling werd danook afgebroken. Onder het kopje "onduidelijk" werden de personen gerekend die na één of twee behandelingen niet meer verschenen en ook niet lieten weten waarom ze wegbleven.
De behandeling bleek dus bij 54 personen een duidelijk gunstig effekt te hebben. Ondanks het feit dat bij 26 patiënten geen enkel effekt werd bereikt, kan toch gesteld worden dat het bereikte resultaat niet onbevredigend is. Alle personen hadden immers al, zonder resultaten, verschillende artsen en specialisten geraadpleegd. Bovendien hadden zij allemaal vóór de akupunktuurbehandelingen minstens vier maanden lang voortdurend klachten gehad. Uit de literatuur (Kajdos, 1973) is een geval bekend waarin het resultaat veel beter was. Die patiënten waren nog niet eerder met andere behandelingswijzen in aanraking gekomen, en de indruk bestaat dat dat van invloed kan zijn. Bij de 121 personen waren verscheidenen met psychische klachten, wellicht het gevolg van het feit dat ze al lang met hun schijnbaar niet te genezen pijn rondliepen. Door die psychische belasting wordt de hoeveelheid pijn mogelijk alleen maar erger.

vaatzenuwstreng boven in de borst, werden buiten het onderzoek gehouden.
Voor de behandeling werd een schema opgesteld van punten of puntenkombinaties volgens het koncept van jing luo. Omdat men in het Westen een verschillende naamgeving voor de verschillende punten hanteerde, werd in het schema tevens de Chinese naam voor ieder punt vermeld. Daardoor konden misverstanden worden voorkomen. De namen zijn geschreven volgens het pinyinsysteem, de officiële spelling die enkele

Het eindresultaat toont aan dat de akupunktuur in ieder geval bij de behandeling van het cervikaal syndroom een zekere waarde heeft. De methode is eenvoudig en in geschoolde handen veilig. Het verdient daarom aanbeveling de akupunktuur in de behandelingsschema's van de aandoeningen die voortdurend pijn veroorzaken, op te nemen.



Rektifikatie

In het stukje over harttomografie in A&K 3/1982 op pagina 154 (en foto op pagina 155) is een verkeerde naam geslopen. Het onderzoek werd verricht door dr. Chris Mol en hij zorgde ook voor de foto.



Geologische dateringsmethoden

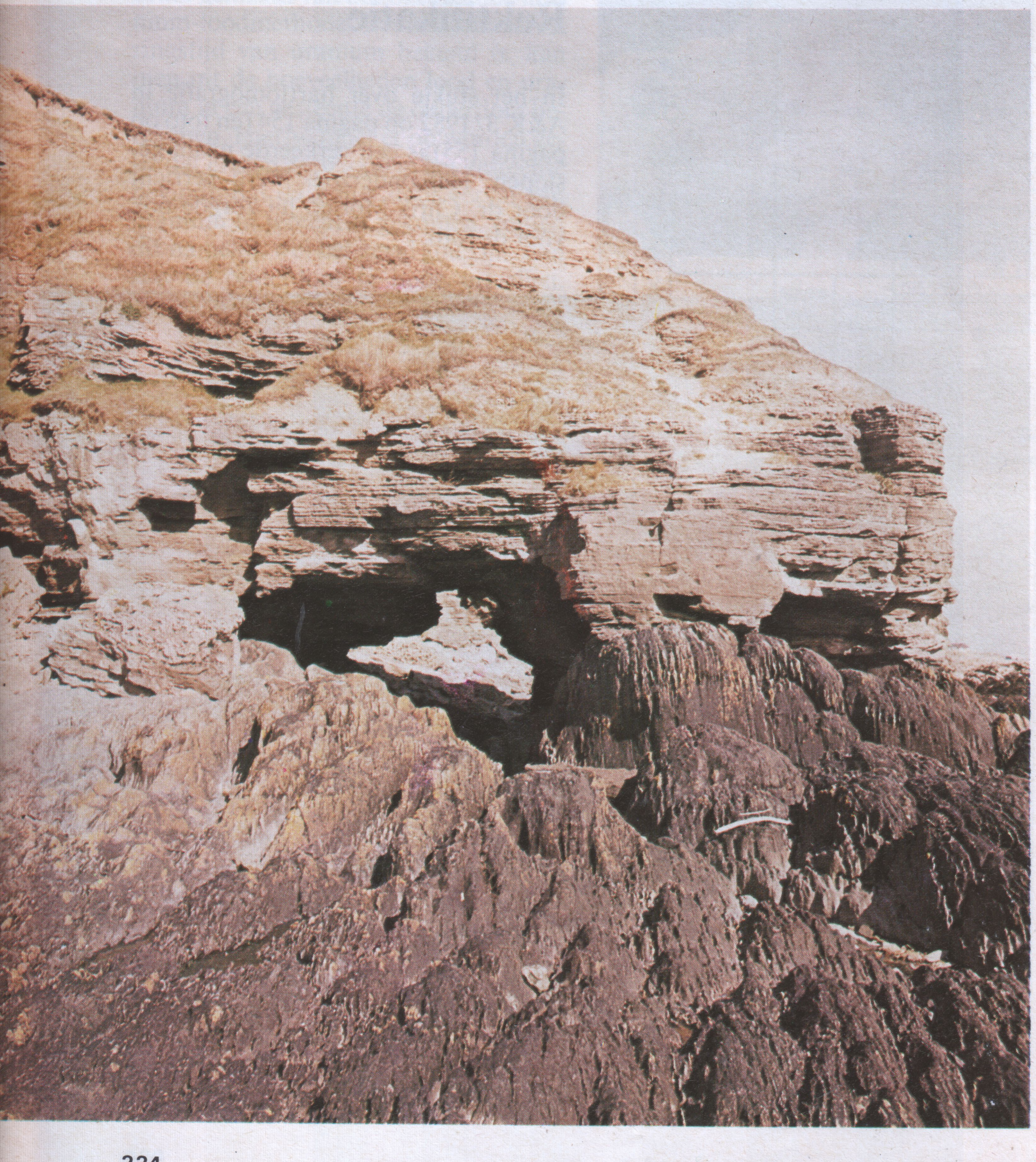
Cees Laban

In 1912 werd het begin van de geologische periode waarin we nu leven, het Kwartair, nog gesteld op 300.000 jaar geleden. Sindsdien is dit begin steeds verder in de tijd teruggeschoven. Lange tijd, tot in het begin van de zestiger jaren, werd het op één miljoen jaar geleden gehouden. Op het ogenblik denkt men dat het minstens 2,5 maal zo lang geleden begonnen is. Dit voorbeeld laat al zien hoe moeilijk de bepaling van de ouderdom van geologische formaties is. In de loop der jaren zijn tal van methoden ontwikkeld die de geoloog helpen bij het vaststellen van de ouderdom van aardlagen.



Een wand in een groeve bij Niedermendich in de Westduitse Eifel bevat van boven naar beneden vulkanisch puim, vulkanisch stof, löss uit het Weichselien en basalt. Aan het vulkanisch materiaal kan een radioaktieve datering gedaan worden. De aanwezigheid van de löss biedt een goede kontrolemogelijkheid op de uitkomst. Foto Ada Molkenboer

Niet altijd hebben de geologen het gesteente waarvan zij de ouderdom wilden weten, in een of ander ingewikkeld apparaat kunnen stoppen dat hen vertelde hoe lang geleden de steen werd gevormd. De eerste geologen die zich met de ouderdom van de Aarde bezig gingen houden, moesten allerlei andere manieren gebruiken om een ouderdom vast te stellen. In de loop van de voorgaande eeuwen zijn door verscheidene onderzoekers nogal wat theorieën en methoden bedacht en in praktijk gebracht.



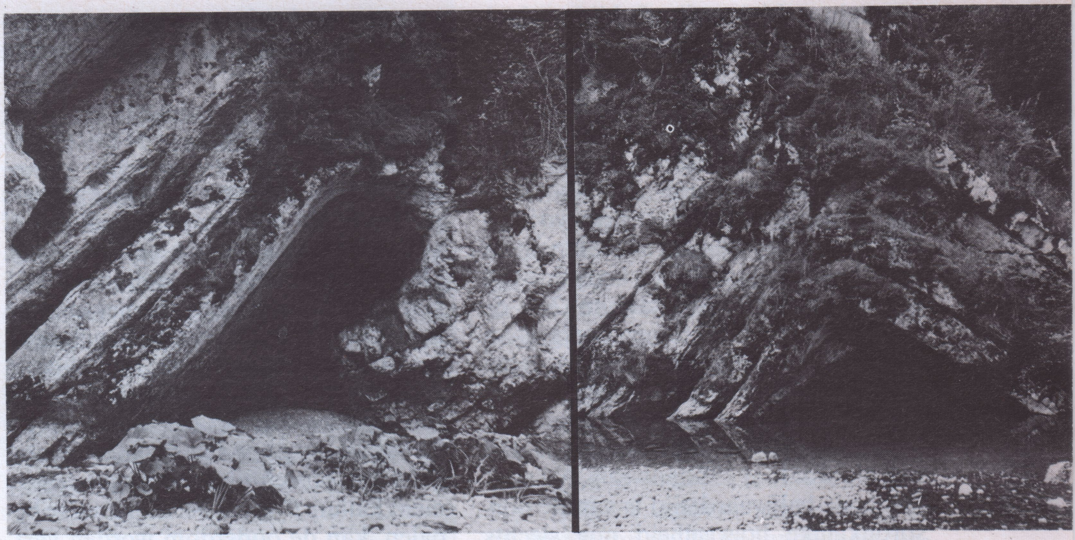
Een klassiek voorbeeld van een geologisch dateringsprobleem. Op een helemaal dwars gekanteld pakket gesteente ligt een kennelijk jongere afzetting van verkit zand. Het onderste gesteente blijkt uit het Carboon te zijn, het zandsteenpakket uit het Pleistoceen. Tussen beide pakketten zit hier een "gat" van rond 300 miljoen jaar. Slechts door vergelijkende studies in het omringende gebied is de absolute ouderdom van beide afzettingen bepaald kunnen worden. Foto Huub Eggen

Vroege pogingen

Een van de eersten die een poging waagde was de onderzoeker Halley, in 1715. Hij veronderstelde dat de wereldzeeën in het begin zoet waren en door aanvoer van opgeloste bestanddelen via rivieren uiteindelijk zout waren geworden. Daaruit schatte hij de ouderdom van de Aarde tussen 210 en 340 miljoen jaar. Een andere schatting was afkomstig van Lord Kelvin. Hij opperde in 1862 het idee dat de Aarde in het begin een temperatuur van 3000 graden had gehad, daarna langzaam tot nul graden celsius was afgekoeld en vervolgens weer opgewarmd. Dat leverde een ouderdom op van minimaal 20 miljoen en maximaal 400 miljoen jaar. Ook heeft men geprobeerd de ouderdom van de Aarde af te leiden uit de snelheid waarmee sedimentlagen worden opgebouwd. Dat leverde echter niets op omdat die snelheid sterk afhangt van plaats en tijd. Overigens noemt men ouderdomsbepaling die een leeftijd in jaren oplevert, absolute datering.

Gidsfossielen

Een andere manier van werken gaat ervan uit dat een laag ouder is en dus eer-



der gevormd dan alle lagen die er bovenop liggen en jonger dan de lagen eronder. Uitgangspunt daarbij is een ideale situatie waarbij alle gesteentelagen nog netjes in volgorde van ontstaan op elkaar liggen. In werkelijkheid is dat niet overal het geval. Gedurende de geologische geschiedenis hebben allerlei krachten in de Aarde ervoor gezorgd dat de aardlagen soms tot kilometers hoge bergen werden opgeheven, vervormd en soms zelfs op hun kop gezet. Daarnaast ontstonden diepe bekkens waarin de afbraakprodukten van deze gebergten door rivieren en zeestromingen werden afgezet. Er zijn echter gelukkig nog voldoende plaatsen waar gesteenten uit een groot aantal opeenvolgende perioden van de geologische geschiedenis nog vrijwel of helemaal zo liggen als ze werden gevormd. In deze gesteentelagen komen bovendien vaak fossielen voor. Dit zijn overblijfselen van planten en dieren die in de tijd waarin de betreffende laag ontstond, leefden en er na hun dood in terecht kwamen. Soms werden ze zo goed bedekt dat ze voor ons duidelijk herkenbaar bewaard zijn gebleven. Dankzij het feit dat tijdens de diverse geologische perioden steeds weer nieuwe groepen planten en dieren verschenen, en andere uitstierven, vinden we in de diverse lagen uit de geologische perioden fossielen die in de lagen erboven of eronder niet voorkomen. Dat worden dan gidsfossielen voor die bepaalde laag genoemd.

Een formatie met lichtgekleurde gelaagde kalksteen in de Rijnslenk bij het Zwarte Woud. Rechtsboven ligt een donker gekleurd stollingsgesteente op de kalksteen. Dit gesteente drong via spleten en gangen in de aardkorst omhoog. Het stolde uiteindelijk in de kalksteen. Een dergelijk binnendringen van magma in oudere gesteenten wordt een intrusie genoemd. De witte laag tussen de kalksteen en het stollingsgesteente ontstond door de temperatuurverhoging tijdens het binnendringen van de hete magma. De kalksteen werd omgezet in dolomiet. De ouderdom van de kalksteen kan relatief worden bepaald door de fossielen die er in voorkomen. Het intrusiegesteente kan worden gedateerd met behulp van bijvoorbeeld de kalium-argon methode. Door de ouderdombepaling van de intrusie kan de kalksteen absoluut worden gedateerd. Het is in ieder geval ouder dan het binnengedrongen intrusiegesteente. Foto Dr.Ton Kuijpers



Relatieve tijdschaal

Uit deze steeds veranderende groepen van planten en dieren die werden ontdekt, kon het verloop van het leven op Aarde in grote lijnen worden vastgesteld. De opeenvolging van verschijnende en verdwijnende levensvormen gebruikt men om de onderlinge ouderdomsverhoudingen te bepalen van de gesteentelagen waarin de gefossiliseerde resten voorkomen. De tijdschaal die op deze manier is samengesteld, wordt de relatieve tijdschaal genoemd.

Radioaktiviteit

Naast het geologisch onderzoek in "het veld" stond het speuren naar betere methoden om de ouderdom van aardlagen vast te stellen niet stil. De ontdekking van de natuurlijke radioaktiviteit van uranium door de Franse natuurkundige Becquerel (1852-1908) gaf een heel nieuwe dimensie aan het zoeken naar dateringsmethoden. Vooral het Franse echtpaar Marie (1867-1934) en Pierre Curie (1859-1906) heeft bijgedragen aan dit onderzoek. Zij slaagden erin het radioaktieve element radium te isoleren.

Om het radioaktieve vervalproces dat aan dateringsmethoden met zware radioaktieve elementen ten grondslag ligt, te begrijpen moeten we iets zeggen over de bouw van atoomkernen.

Elke atoomkern bestaat uit elementaire deeltjes, waarvan de protonen en neutronen in dit verhaal van belang zijn. Het neutron is een deeltje zonder lading en het proton bezit een elektrisch positieve lading. Beide zijn ze even zwaar.

De relatieve ouderdomsbepaling van gesteenten gaat er van uit dat bij op elkaar liggende gesteentepakketten het bovenste altijd jonger moet zijn dan onderliggende lagen. Door plooiingen van de aardkorst kunnen lagen soms "ondersteboven" gekeerd worden. Weet men dat niet, dan gaat het mis met de ouderdomsbepaling. Hier een voorbeeld van een kleine plooiing waarbij links van het midden de gesteentelaag omgekeerd wordt. I de Alpen bijvoorbeeld komen dergelijke plooien in het groot voor. Door erosie zijn ze in eerste instantie vaak niet herkenbaar. Foto Ada Molkenboer

De atomen van verschillende elementen, bijvoorbeeld goud, kwik en uranium, onderscheiden zich scheikundig van elkaar door verschillende aantallen protonen in hun kernen. Het totale aantal protonen en neutronen in een kern wordt het massagetal A genoemd. Het aantal protonen wordt aangegeven met het atoomnummer Z. Zo geeft men bijvoorbeeld uranium 238 aan met de schrijfwijze $^{238}_{92}U$. Deze uraniumkern bevat dus in totaal 238 zware kerndeeltjes (A), waarvan 92 protonen (Z). De rest wordt gevormd door neutronen, in dit geval 146.

Grote kernen

In de grote atoomkernen (met een hoog massagetal) zijn de krachten binnen de kern niet in alle gevallen sterk genoeg om alle protonen en neutronen bij elkaar te houden. In een atoomkern vindt trilling plaats en daardoor kunnen soms zogeheten alfadeeltjes (die bestaan uit twee protonen en twee neutronen) zich aan de invloed van de kernkracht onttrekken. Ze verlaten dan de kern. Dat gebeuren heet radioaktiviteit. De kern waaruit een alfadeeltje is verdwenen, is daardoor twee ladingen (protonen) armer geworden en is overgegaan in een ander scheikundig element.

Halveringstijd

De nieuw gevormde kern hoeft echter

evenmin stabiel te zijn. Is hij instabiel, dan verliest hij spontaan opnieuw een deeltje en verandert weer, net zo lang totdat een stabiele atoomkern overblijft. Zo heeft uranium 238 uiteindelijk lood (^{206}Pb) als stabiel eindprodukt. Dat verandert niet meer. De radioaktieve omzetting vindt volgens een voor ieder instabiel element karakteristiek tijdschema plaats. Na een bepaalde tijd is van bijvoorbeeld uranium 238 de helft van het aantal tomen overgegaan in het volgende element van de zogeheten vervalreeks. De tijd die hiervoor nodig is, wordt de halveringstijd genoemd. De andere helft van de atomen is dan nog als uranium 238 aanwezig. Na nogmaals de halfwaardetijd is van de oorspronkelijke hoeveelheid nog slechts een kwart over en na driemaal de halfwaardetijd een achtste.

Er bestaan elementen met uiterst korte halveringstijden, een miljoenste van een sekonde en nog minder, maar ook elementen met zeer lange tijden. Hiertoe behoort ook uranium 238. Dit element heeft een halveringstijd van 4,5 miljard jaar. Om nu de ouderdom van gesteenten te bepalen, wordt vaak gebruik gemaakt van de zogenaamde uranium-loodmethode. Doordat de halveringstijd van uranium bekend is, kan men uit de hoeveelheden lood en uranium in een gesteente de ouderdom berekenen. Hierbij moet er op worden gelet dat er zich geen lood in het gesteente bevindt, dat daar niet door verval van uranium in terecht is gekomen. Indien dit namelijk wel het geval zou zijn, dan zou de ouderdom te hoog uitvallen. Hetzelfde geldt voor een variant van deze methode, de thorium-lood methode.

Met uranium is ook een andere variant mogelijk. Uranium vervalt ook door spontane splijting waarbij beschadigingen in het omringende mineraal worden aangericht. Die noemt men splijtingssporen. Door het aantal aanwezige sporen te vergelijken met het aantal dat men in hetzelfde stukje mineraal in het laboratorium kunstmatig kan aanbrengen, krijgt men informatie over de verhouding tussen het aanwezige uranium 238 (dat de natuurlijke sporen vormt en aldoende vervalt) en het zeldzaam voorkomende uranium 235 (dat de kunstmatige sporen veroorzaakt). Omdat die verhouding zeer konstant is, levert dat informatie over de hoeveelheid al vervallen uranium 238 en daarmee over de ouderdom van het gesteente. De leeftijd geeft het tijdstip aan waarbij het gesteente voor het laatst werd verhit; verwarming wist namelijk de natuurlijke sporen uit.

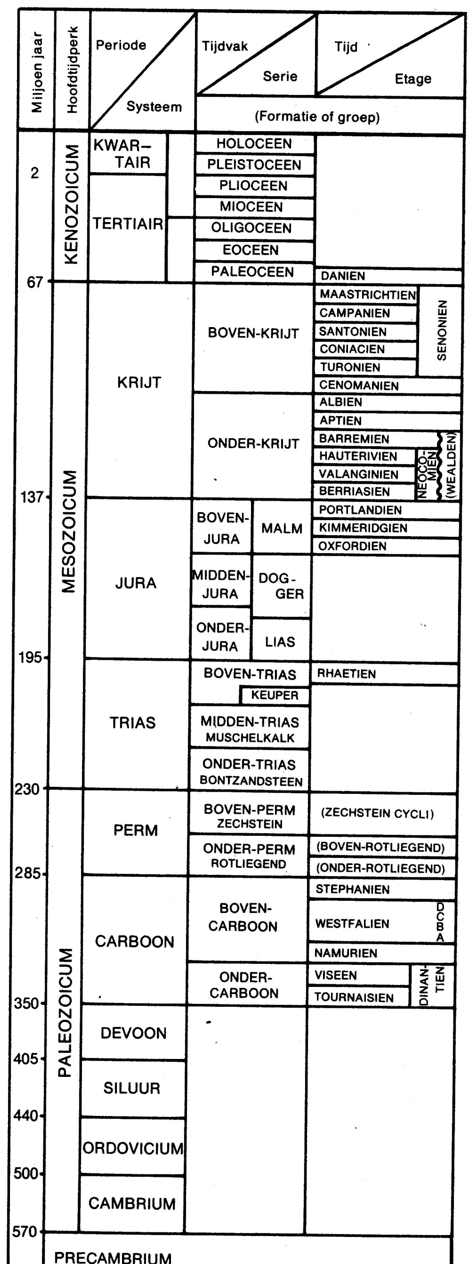
Kalium-argon methode

Een andere, momenteel veel toegepaste methode die eveneens op radioaktief verval berust, is die van kalium-argon. De halfwaardetijd van kalium is 1,25 jaar. Bij deze methode worden mineralen uit het te dateren gesteente gebruikt. Kaliumatomen vervallen namelijk in argonatomen door het uitzenden van een elektron, het bètadeeltje. Door nu de verhouding van het dochterelement (^{40}A) ten opzichte van het moederelement kalium (^{40}K) in het mineraal te bepalen, kan de ouderdom worden vastgesteld. Naast het verval van kalium in argon vindt er ook nog een verval van kalium in calcium (^{40}Ca) plaats. Dit gebeurt zelfs bijna 8,5 maal zoveel. Dit proces wordt echter buiten beschouwing gelaten omdat het calcium dat door radioaktief verval ontstaat, niet is te onderscheiden van calcium dat al in het mineraal aanwezig was. Bij deze methode kan alleen met mineralen gewerkt worden, doordat het argon zich als gas in de mineraalstruktuur bevindt. Mineralen die geschikt zijn voor het gebruiken van deze methode zijn onder andere mika, amfibool, kaliveldspaat, plagioklaas en glaukoniet. Vooral in stollingsgesteenten komt een aantal van deze mineralen veelvuldig voor. Bij deze methode moet eerst zorgvuldig worden vastgesteld of in een later stadium, na de vorming van het mineraal, geen argongas kan zijn ontsnapt. De datering zou, indien dat is gebeurd, te jong uitvallen. Bij stollingsgesteenten is het dochterelement tijdens de stolling van het vloeibare gesteente verdwenen en is na het hard worden van het gesteente eerst alleen maar het moederelement aanwezig. Deze methode werkt alleen bij materiaal dat minstens 50.000 jaar oud is.

Met de uranium-lood en de kalium-argon methoden kunnen zeer hoge ouderdommen bepaald worden omdat de betrokken halfwaardetijden zo lang zijn. Over de betrouwbaarheid van de methoden valt in zijn algemeenheid weinig te zeggen. Men vergelijkt daarom altijd ouderdomsbepalingen die met verschillende methoden zijn verkregen, met elkaar. Als de bepalingen goed zijn, moeten ze bij elkaar in de buurt liggen. Ook relatieve ouderdomsbepalingen worden bij de vergelijking betrokken. Als er minder van dit soort kontrolemogelijkheden zijn, valt over de nauwkeurigheid in de regel ook minder met zekerheid te zeggen.

Recentere afzettingen

Een methode waarmee geringe ouderdommen kunnen worden bepaald, is de koolstof veertien (radioaktieve koolstof) methode. Hiermee kunnen organische stoffen zoals hout, bot en kalk van schelpdieren worden gedateerd. Deze methode reikt echter niet zo heel ver terug in de geologische geschiedenis. Stoffen met een ouderdom tot ongeveer 35.000 jaar kunnen goed worden gedateerd. Daarboven moet een kunstmatige verrijking van de radioaktieve koolstof plaats vinden. Hierdoor kan de nog te dateren ouderdom tot ongeveer 75.000 jaar worden opgevoerd. Dit maakt de koolstof veertien methode uitermate geschikt voor het gebruik in de archeologie en de geologie van de laatste ijstijd (het Weichselien) en de tijd waarin we nu leven, het Holoceen.



De geologische tijdtabel zoals deze aan de hand van vele dateringen, over de hele wereld door een groot aantal onderzoekers uitgevoerd, werd samengesteld. Tekening Ad Walkeuter

Opgenomen in weefsels

Koolstof veertien (^{14}C) wordt in de hogere luchtlagen van onze dampkring onder invloed van de kosmische straling gevormd uit stikstof ($^{14}_{7}N$). De nieuwgevormde radioaktieve koolstof is zogeheten bèta-radioaktief, dat wil zeggen dat het onder het uitzenden van een elektron weer vervalt tot het oorspronkelijke stikstof.

Koolstof veertien komt in een vrij konstante hoeveelheid in de lucht voor. Het is met zuurstof geoxideerd tot kooldioxide. Het percentage ^{14}C is maar heel klein en het vermengt zich met het kooldioxide van gewoon koolstof (^{12}C) in een verhouding van 1 op 10. Ook komt het koolstof veertien voor in het kooldioxide dat in het water is opgelost. De ^{14}C-atomen gaan direkt na hun vorming weer over tot het uitzenden van een elektron. Deze radioaktiviteit is maar heel laag. Per gram radioaktief koolstof wordt ongeveer 15 maal per minuut een elektron weggeschoten. Het is bekend dat de halfwaardetijd van ^{14}C 5568 jaar (plus of minus 50 jaar) is. Dit betekent dat na deze tijd de helft van het aantal ^{14}C-atomen een elektron is kwijt geraakt. Naarmate de te dateren stof ouder is, wordt de straling dus minder.

Assimilatie

Hoe komt nu het koolstof veertien in de organische stof terecht? Hiervoor zijn de planten verantwoordelijk. Alle bladgroenhoudende organismen, van grote bomen tot de kleinste eencellige algen, assimileren namelijk. Met behulp van energie uit het zonlicht wordt kooldioxide uit de lucht gehaald. In de plant wordt dit samen met water omgezet in koolhydraten, waarbij zuurstof vrijkomt. In de koolhydraten bevinden zich nu de koolstof veertien-atomen in eenzelfde percentage als in de lucht. Plantenetende dieren nemen het weer op uit de plantenweefsels en vleesetende dieren op hun beurt weer uit de plantenetende dieren. Op deze manier komt het in alle organische stoffen terecht. Schelpdieren nemen het koolstof veertien op doordat zij hun schelpen van kalk opbouwen waarbij ook koolstof wordt gebruikt.

Na het doodgaan van het organisme stopt de toevoer van radioaktief koolstof en gaat het gehalte aan ^{14}C afnemen door radioaktief verval. Nu kan de ouderdom worden bepaald door de uitgezonden hoeveelheid deeltjes per tijdeenheid te gaan tellen.

Voorzichtigheid geboden

Al naar gelang het koolstofgehalte van het te dateren monster wordt een hoeveelheid van drie tot vijf gram koolstof uit het monster in een telbuis gebracht. Deze buis is goed afgeschermd tegen allerlei stralingen van buiten, die de analyse zouden kunnen beinvloeden. Het koolstof veertien-atoom is een zwakke straler; daarom wordt gebruik gemaakt van een "proportionele gastelbuis". Deze wordt zo genoemd omdat alleen de pulsen die door het verval van ^{14}C worden veroorzaakt, worden geteld. Het koolstof wordt in gasvormige toestand, als kooldioxide, methaan of acetyleen in de telbuis gebracht. De straling van het koolstof veertien ioniseert dit gas en de pulsen die dat oplevert, worden elektronisch versterkt en geteld.

Momenteel zijn er ook nieuwe methoden in ontwikkeling waarbij de straling direkt kan worden gemeten. Bij deze methode is slechts een koolstofmonster van 3,5 tot 15 milligram nodig. Nu is het niet zo, dat de ouderdom van ieder stuk hout of bot zomaar kan worden gemeten. Eerst moet zorgvuldig worden nagegaan waar het gevonden is en of er geen vervuiling kan zijn opgetreden. Met deze vervuiling wordt het binnendringen van oudere of jongere koolstof bedoeld. In een veenlaag kunnen bijvoorbeeld wortels van bomen en planten die in het veen groeien, tot diep in de laag reiken. Als deze wortels niet verwijderd worden, voordat het monster zijn analyse ondergaat, wordt een te geringe ouderdom verkregen. De verse koolstof van de jonge wortels wordt dan vermengd met de oudere koolstof van het veen. Ook kan oudere koolstof het monster binnendringen. Een voorbeeld hiervan vormen de organische stoffen die onder water worden gevormd. Het in het water opgeloste kooldioxide kan voor een deel stammen van kalkverbindingen die uit oudere kalklagen afkomstig zijn. De waterplanten assimileren dan koolzuur met deze oude koolstofatomen. Ook de kleppen van schelpdieren kunnen hierdoor te oud worden gedateerd. De koncentratie van recent ^{14}C kan hierdoor in zoet water wel 15% lager zijn dan in de lucht. Bij het onderzoek is het ook aan te bevelen verscheidene monsters uit bijvoorbeeld een veenlaag te nemen.

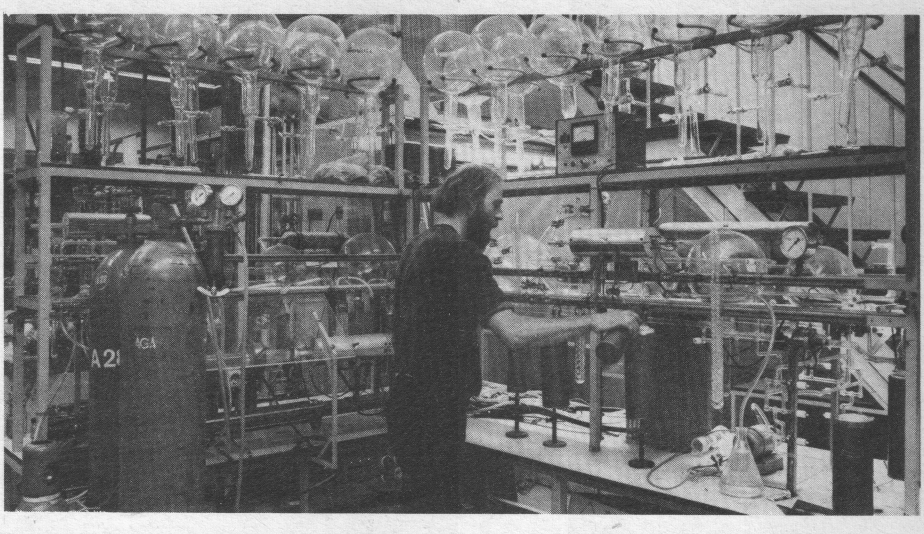
De koolstof veertien-methode is ondanks dit alles toch redelijk betrouwbaar gebleken. Men heeft de methode namelijk goed kunnen ijken met behulp van materiaal waarvan de ouderdom precies bekend is. Zo kunnen ondermeer de jaarringen van duizenden jaren oude bomen behulpzaam zijn. Ook materiaal met een ouderdom die uit de archeologie bekend is, bijvoorbeeld uit de graven van Egyptische farao's, is uitstekend bruikbaar.

Schommelingen

Er blijven natuurlijk altijd nog onzekere faktoren in het spel. Daarom is voorzichtigheid met deze methode geboden. Is bijvoorbeeld de ^{14}C-koncentratie in de lucht ook tijdens de laatste ijstijd altijd wel hetzelfde geweest? Een verandering in de kosmische straling geeft ook een verandering in de geproduceerde hoeveelheid koolstof veertien. Deze veranderingen moeten echter meer dan een eeuw hebben geduurd. Kortere veranderingen brengen weinig variatie in de ^{14}C-koncentratie.

Door de verkregen dateringen te vergelijken met dateringen die met behulp van andere methoden zijn bepaald, is vastgesteld dat de intensiteit van de kosmische straling de laatste 8000 jaar niet veel verandering heeft ondergaan. Dat werpt dus geen onzekerheid over de koolstof veertien-methode.

Een kijkje in het Laboratorium voor Isotopenfysica van de universiteit van Groningen. Men verbrandt daar koolstofhoudende monsters en vangt het geproduceerde kooldioxide op in glazen bollen. Dat gas wordt dan geanalyseerd op de hoeveelheid radioaktief koolstof veertien. Deze methode is in de jaren '50 in Groningen geperfektioneerd. Het laboratorium is op dit gebied nog steeds zo ongeveer het belangrijkste ter wereld. Foto RU-Groningen



Derde vlucht Columbia

Huub Eggen

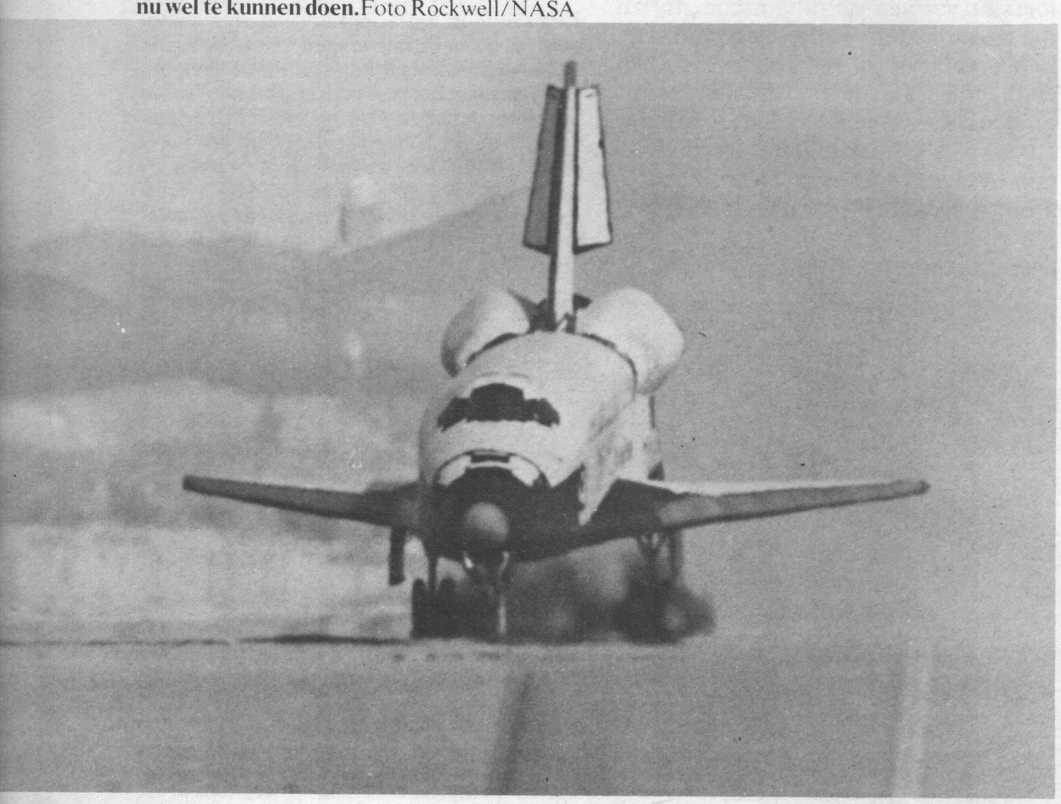
Als alles goed is blijven gaan, is op 22 maart de Space Shuttle Columbia aan zijn derde ruimtetrip begonnen. De vlucht draagt de aanduiding STS-3. Aan boord zijn Jack Lousma, die deel uit maakt van de tweede Skylabbemanning, en C.Gordon Fullerton, die in 1977 met de Enterprise drie proeflandingen hielp uitvoeren. Deze derde vlucht moet zeven dagen en 3,5 uur gaan duren; in die tijd worden 116 omlopen om de Aarde gemaakt.

De Columbia is aan de derde Space Shuttle proefvlucht bezig. Zoals bekend verliep de tweede niet geheel naar wens; doordat de vlucht toen afgebroken moest worden, kon men niet alle gegevens verzamelen die men graag had gehad. Met deze derde vlucht hoopt men dat verlies goed te maken. De nadruk ligt sterk op de warmtehuishouding van de orbiter en de invloed die de orbiter op zijn direkte omgeving uitoefent. Het is belangrijk dat men over dat laatste informatie heeft met het oog op wetenschappelijke experimenten die men op platforms in de ruimte zal gaan doen in de toekomst. Men moet weten welke verstorende invloed de instrumenten en daarmee de meetresultaten ondergaan van hun aanwezigheid in het laadruim van de orbiter.
In het laadruim bevindt zich weer de werkarm waarmee proeven gedaan worden, en een Spacelabplatform met daarop een pakket instrumenten voor hoofdzakelijk technisch gericht onderzoek. Dat pakket wordt aangeduid met OSS-1, omdat dit het eerste experiment van NASA's Office of Space Science is. Overigens is dit bureau onlangs samengevoegd met het bureau dat voor het instrumentenpakket van de vorige Space Shuttle vlucht zorgde (OSTA).

De Canadarm tijdens de tweede vlucht van de Columbia. Toen deden zich enkele kleine problemen voor en die moeten nu verholpen blijken. In de laadruimte is enige apparatuur te zien, bekleed met isolerend wit materiaal. Foto Rockwell/NASA

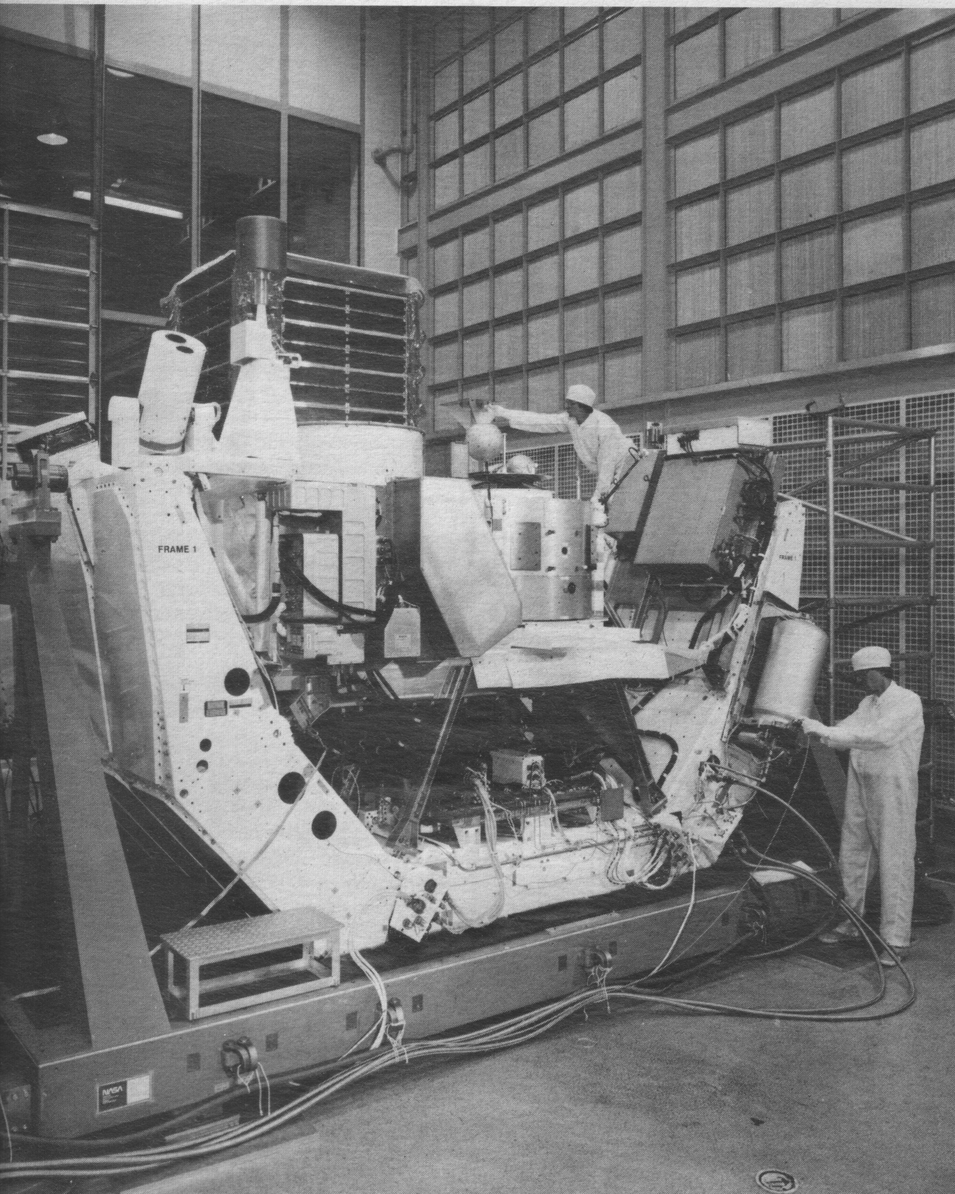


Terugkeer van de Columbia na zijn tweede vlucht. Toen gingen door het afbreken van de vlucht en ongunstige weersomstandigheden boven het landingsgebied, Edwards Air Force Base in Californië, een reeks manoeuvreerproeven in de laatste twee minuten van de terugkeer niet door. Enkele daarvan hoopt men nu wel te kunnen doen. Foto Rockwell/NASA



Biologisch experiment

In de cockpit van de orbiter is een speciaal ontwikkeld soort broeikasje geïnstalleerd. Daarmee wordt de invloed van de gewichtloze omstandigheden op de vorming van lignine (houtweefsel) in planten bestudeerd. Lignine geeft planten vorm en stevigheid in onze aardse zwaartekrachtomstandigheden en er bevinden zich de kanalen voor de sapstromen in waarmee voedsel wordt opgenomen en vervoerd door de plant. Zwaartekracht lijkt de essentiële prikkel voor ligninevorming; daarom is onderzoek in de gewichtloze omstandigheden van de ruimte als vergelijking van belang. De hoeveelheid houtweefsel in planten (die tot 30% van alle planteweefsel kan uitmaken) is praktisch van belang als grondstof voor papier-



Het OSS-1 platform tijdens een voorbereidende test. De grote doos achterop is het temperatuursbeheersingsexperiment. Vooraan in het midden is een cilinder zichtbaar, met op het "deksel" een vertikale staak, net links van het bolletje. Deze cilinder wordt aan die greep door de werkarm opgetild en later weer neergezet. Voordat het platform in de orbiter werd geïnstalleerd, zijn alle instrumentpakketten met wit isolerend materiaal bekleed. Foto GSFC

en zelfs plasticfabrikage; de hoeveelheid bepaalt ook de voedselwaarde van gewassen.

Nieuwe buitentank

Bij de lancering van de STS-3 is voor het eerst een geelkleurige buitentank gebruikt. Dat is gedaan om gewicht te besparen. Bij de vorige lanceringen had men over die geelkleurige buitenlaag nog een extra laag isolerende witte verf aangebracht. Door de isolatie iets aan te passen en de witte verf weg te laten, heeft men rond 275 kilo aan gewicht bespaard.

Experimenten

Met de werkarm, de Canadarm (omdat hij in Canada is ontwikkeld en gebouwd), gaat men deze keer ondermeer proeven doen in laden en lossen. Dat kombineert men met een wetenschappelijk experiment, want de arm tilt het zogeheten Plasma Diagnostics Package van het OSS-1 platform op. Het pakket is cilindervormig en van boven afgesloten met een deksel waarop een greep waaraan de arm kan vastmaken. Aan de onderkant zit de cilinder met een speciaal mechanisme bevestigd dat hem na afloop weer moet verankeren. Het experiment bestaat eruit de verstorende invloed te meten die de orbiter door zijn beweging veroorzaakt in het aardse magneetveld waar hij door heen vliegt. Met de cilinder aan de arm kan men boven en naast de orbiter metingen doen. Op het platform zitten nog zeven andere instrumentpakketten. Twee daarvan doen metingen aan de Zon (röntgenstraling van zonnevlammen en verdeling van de zonne-energie in het ultraviolette deel van het spektrum); de overige hebben allemaal de opzet de invloed van de orbiter op zijn onmiddellijke omgeving te meten. Dat geldt niet alleen voor het magnetische veld, maar ook voor het elektrische veld in de ruimte rond de orbiter, voor statische elektriciteit op de orbiter en zijn lading zelf en storende invloed van stuwgas van de standkontroleraketjes op optische astronomische waarnemingen. Eén experiment behelst temperatuurbeheersing waarbij onder andere warmtepijpen beproefd worden. Verder gaat er nog een apart instrumentenpakket mee om de "vervuiling" te meten die het werken met de orbiter in zijn eigen laadruim en zijn omgeving met zich mee brengt. Te denken valt aan het gas van de standkontroleraketjes, het overboord zetten van afvalwater uit de cockpit en het uitgassen van oppervlakken die door de zonnestraling heel heet worden. Ook wordt nagegaan of tijdens de lancering geen gassen de laadruimte zijn binnengedrongen. De deuren van de laadruimte horen hermetisch af te sluiten, maar het is toch iets dat men wil kontroleren. Tijdens de vorige vlucht was ook zo'n instrumentenpakket aan boord en daarmee zijn toen in de beperkte tijd die men had geen verrassende dingen gemeten.

Wanneer de vlucht van de STS-3 goed verloopt, gaat men bij de NASA toewerken naar de lancering van de STS-4, de laatste proefvlucht, die voor 7 juli gepland staat.



De broeikas voor de STS-3. Aan de onderkant zitten elementen voor het kontroleren van verwarming, vochtigheid en dergelijke en hulpelektronika. Foto Ames Research Center

Ruimtevaartnieuws

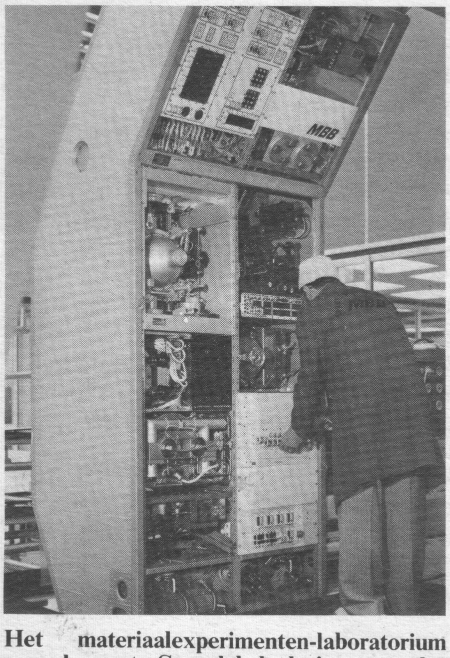
In de afgelopen maanden zijn binnen de Europese ruimtevaartorganisatie ESA diverse beslissingen genomen over de voortgang van ruimtevaartprojekten. In Nederland werd besloten aan enkele van die projekten mee te doen.

L-Sat

Op 21 december van het afgelopen jaar heeft de ESA zijn officiële goedkeuring gegeven aan het L-Sat programma. Dat is de Large Telecommunications Satellite, die begin 1986 gelanceerd moet worden. Het wordt een van de grootste projekten uit de geschiedenis van de ESA. De totale kosten, inklusief ontvangstvoorzieningen op de grond en het vijf jaar in bedrijf houden, worden geraamd op 520 miljoen dollar (naar het prijspeil van 1980). Nederland en België nemen allebei aan het projekt deel. Voor ons land is het een van de belangrijkste ruimteprojekten voor de komende jaren (zie ook A&K 11/1981).

Mikrozwaartekracht

Een ander projekt dat op 15 januari van dit jaar definitieve goedkeuring binnen de ESA kreeg, is het zogeheten mikrozwaartekracht-programma. Dat moet in ieder geval vier jaar gaan duren en zal 39,8 miljoen dollar (naar het huidige prijspeil) gaan kosten.
Mikrozwaartekracht is de wetenschappelijke benaming voor de vrijwel gewichtloze toestand in een kunstmaan of ruimtelaboratorium in een baan om de Aarde. We gaan er altijd van uit dat in een aardbaan volkomen gewichtloosheid heerst. Er zijn echter steeds kleine storende invloeden in ruimtevoertuigen werkzaam, bijvoorbeeld de stootjes die de standkontroleraketjes produceren. Het effekt van de gewichtloosheid is daardoor niet honderd procent; er is een heel klein beetje zwaartekracht merkbaar en dat noemt men mikrozwaartekracht.

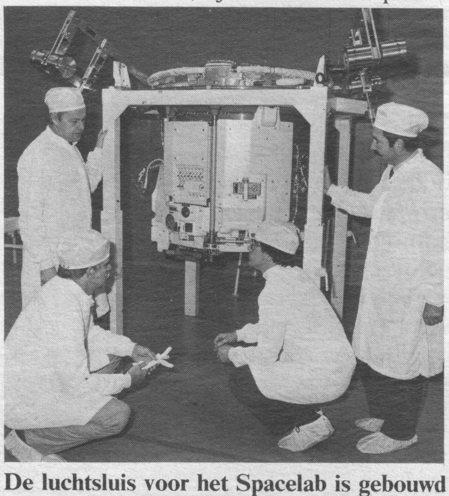


Het materiaalexperimenten-laboratorium voor de eerste Spacelabvlucht is een modulair opgebouwd geheel dat als blok in de wand van het Spacelab wordt geschoven, en later weer verwijderd. Foto MBB

De ESA richt zich in haar programma op drie gebieden: molekulaire en celbiologie in het Spacelab, gedrag van vloeistoffen in de ruimte en experimenten met sondeerraketten (die ook korte tijd in gewichtloosheid verkeren). Voor het biologisch onderzoek wordt een experimentblok ontwikkeld dat "biorack" heet en gepland staat voor de Duitse Spacelabvlucht (D1) die met de 25ste Shuttlevlucht uitgevoerd moet worden. Het vloeistofgedrag wordt bekeken in een speciale module voor allerlei soorten experimenten die een plaats krijgen op de eerste Spacelabvlucht (gepland voor volgend jaar september). Een verbeterde versie van die module gaat mee met de D1-vlucht. Met sondeerraketten worden materiaalexperimenten met vaste en vloeibare stoffen gedaan; ze zijn een vervolg op het suksesrijke, van oorsprong Duits-Zweedse, TEXUS-programma.
Eind verleden jaar besloot de Nederlandse regering dat ons land voor 4% (ter waarde van cirka 6 miljoen gulden) aan dat mikrozwaartekracht-programma mee zal doen. Tijdens de eerste Spacelabvlucht gaan drie Nederlandse experimenten mee (een daarvan bestudeert het stollen van gietijzer en een het dynamisch gedrag van vloeistoffen.). Voor het verdere deel van het programma zijn intussen vier andere experimenten in ons land geselekteerd: twee biologische, een in de vloeistoffysika en een in de materiaalkunde. Daarbij wordt onder andere gekeken naar mutaties in DNA onder mikrozwaartekracht, beweging in vloeistoffen en kristalvorming.

Spacelab overgedragen aan de NASA

De eerste Spacelabvlucht kwam daarnet al ter sprake. Het Spacelab dat tijdens die vlucht mee gaat, is onlangs naar de Verenigde Staten gevlogen en aan de NASA overgedragen. Afgelopen december werd bij de hoofdaannemer van het laboratorium, ERNO in Bremen, tijdens een korte plech-



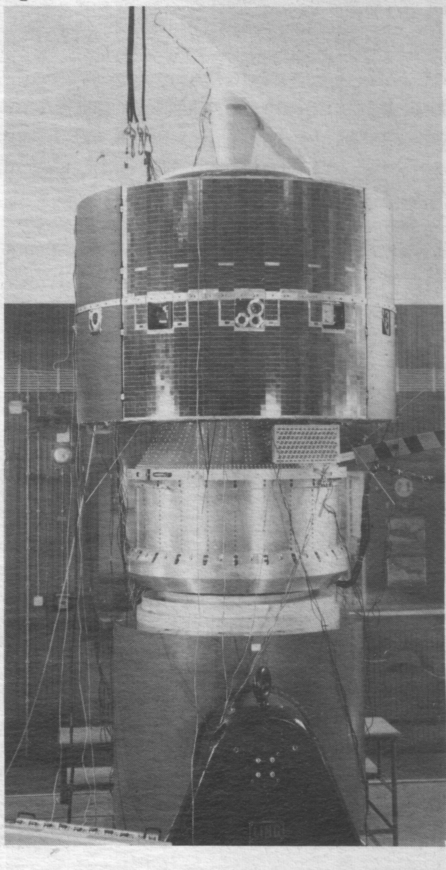
De luchtsluis voor het Spacelab is gebouwd door Fokker. Hier het vluchtexemplaar. Foto Fokker

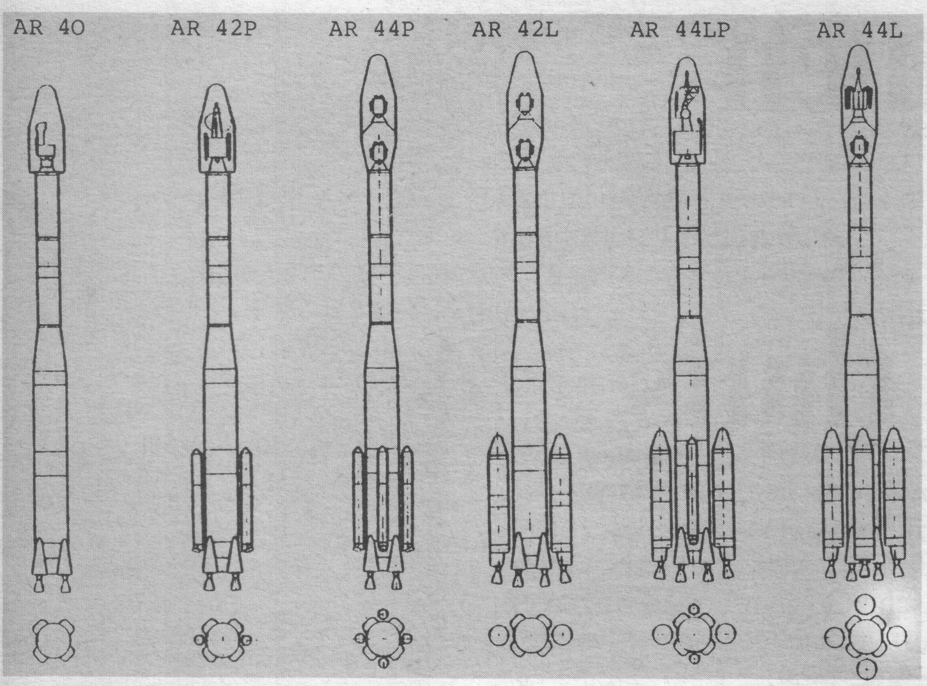
tigheid het laboratorium met hulpsystemen en reserve-onderdelen voltooid verklaard en aan de NASA overhandigd (op papier dan). Op 5 februari nam de NASA op het Kennedy Space Center het laboratorium daadwerkelijk in ontvangst. In mei moet dan nog het Europese deel van de wetenschappelijke lading, bekend als First Spacelab Payload (FSLP), aan de NASA afgeleverd worden. Bij ERNO bouwt men nu aan het tweede Spacelab, dat door de NASA is besteld. Zoals bekend is het eerste laboratorium de Europese bijdrage aan het programma dat door de NASA met Spacelab en Space Shuttle wordt uitgevoerd. Intussen wordt in Europa hard nagedacht over de verdere toekomstmogelijkheden die het Spacelab kan bieden. Aan dit zogeheten follow-up programma zullen we binnenkort in A&K aandacht besteden.

Het gaat goed met de Ariane

Met de Ariane loopt intussen alles naar wens. Na de geslaagde vierde proeflancering van afgelopen december is de raket operationeel verklaard. De eerstvolgende lancering staat voor eind april op het programma. Dan gaan twee kunstmanen mee, de MARECS-B en de Sirio-2. De MARECS is een kommunikatiesatelliet voor de scheepvaart, de Sirio een Italiaanse kunstmaan waarmee experimenten voor het overseinen van meteorologische gegevens en het gelijk laten lopen van atoomklokken via lasersignalen worden gedaan. Aan de lasermetingen doet trouwens het geodetisch station in Kootwijk mee.
Arianespace, het bedrijf dat de Ariane vanaf februari volgend jaar kommercieel gaat benutten, heeft inmiddels vaste voet op de Amerikaanse lanceermarkt gekregen. De Ariane zal in ieder geval al vijf kommunikatiekunstmanen gaan lanceren voor drie verschillende bedrijven (GTE Satellite Corporation, Southern Pacific Communications Corporation en Western Union).

De Sirio-2 tijdens een opstelling voor het doen van trilproeven. Bovenop de kunstmaan zit een antenne, onder de "hoedendoos" is een blokje met laserreflektoren bevestigd. Foto CNA/ESTEC





De Ariane 4 moet in zes versies geproduceerd worden die ladingen tussen 1100 en 4300 kilo kunnen lanceren naar een overgangsbaan voor een geostationaire positie. Tekening CNES

Opvolgers van de Ariane

Inmiddels wordt binnen de ESA druk gedacht over de krachtiger opvolgers die de huidige Ariane moet gaan krijgen. Op 26 januari werd besloten de Ariane 4 te gaan ontwikkelen. In 1980 al werd de beslissing genomen tot de ontwikkeling van de Ariane 2 en 3. De Ariane 2 moet tussen 1700 en 2100 kilo naar een overgangsbaan voor een geostationaire positie kunnen schieten, en de Ariane 3 een lading van 2400 kilo. Voor de Ariane 4 wordt aan zes versies gedacht die een lanceerkapaciteit vertegenwoordigen van 1100 tot 4300 kilo naar de net genoemde overgangsbaan.

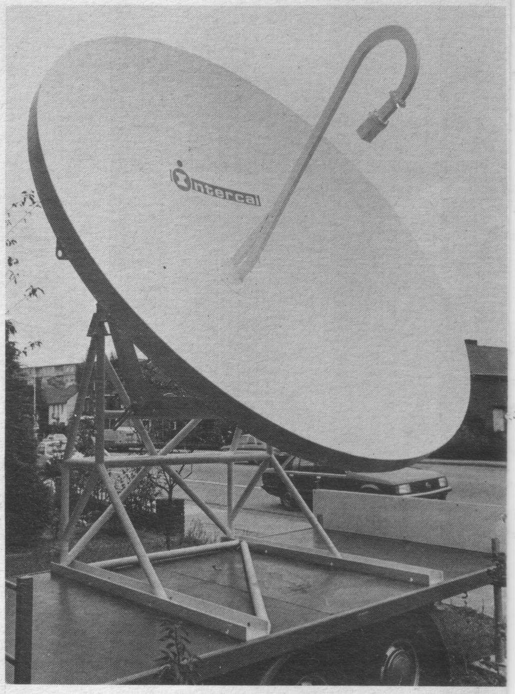
Nederland in de Giotto

De ontwikkeling van de Giotto, de ESA-sonde naar de komeet van Halley, is in volle gang. Die sonde moet in juli 1985 gelanceerd worden. De Technisch-Physische Dienst TNO-TH in Delft zal het teleskoopje leveren waarmee de Giotto zich in de ruimte zal oriënteren. Tijdens de 247 dagen durende tocht naar de omgeving van de komeet moet de Giotto voortdurend in een bepaalde stand ten opzichte van de Aarde gehouden worden voor het onderhouden van radiokontakt. Met de TPD-kijker (een zogeheten starmapper) wordt een sterrenveld dat in het komputergeheugen van de Giotto beschreven is, opgezocht en in beeld gehouden. Wanneer de ruimtesonde de komeet nadert, wordt via de starmapper de sonde zo gekeerd dat hij met het speciale schild dat hem tegen komeetgruis moet beschermen, in de vliegrichting wijst.
De Giotto zal met een snelheid van 68 kilometer per sekonde op 500 tot 1000 kilometer langs de komeetkern razen. Daarbij vliegt hij wel door de wolk van stofjes, ijs en gas rond de kop heen. Bij de ESA houdt men er rekening mee dat de Giotto door botsingen met deeltjes in die wolk zal sneuvelen. Dat risiko wordt echter op de koop toe genomen omdat de vlucht naar de komeet een unieke wetenschappelijke kans biedt.

Konferentie vreedzaam gebruik van de ruimte

In Wenen zal in augustus van dit jaar de tweede VN konferentie over het onderzoek en het vreedzaam gebruik van de ruimte plaats vinden. Deze konferentie draagt de naam UNISPACE '82. Het doel van de konferentie is een overzicht te geven van de snelle ontwikkelingen die op het gebied van de ruimtetechnologie hebben plaats gehad sinds de eerste konferentie van deze aard werd gehouden. Dat was in 1968. Er zal overigens niet naar de militaire kanten van het ruimte-onderzoek worden gekeken. Een belangrijk aspekt zal worden gevormd door diskussies over hoe bestaande nationale en internationale instellingen de vorderingen van het ruimte-onderzoek ook ten goede kunnen laten komen aan de mensheid als geheel, waarbij met name aan de ontwikkelingslanden wordt gedacht. Men hoopt via deze konferentie verder meer landen dan tot nog toe te kunnen interesseren voor deelname aan ruimtevaartaktiviteiten.
In het kader van de voorbereidingen van deze konferentie zijn in 1980 en 1981 regionale bijeenkomsten gehouden die bedoeld waren om informatie uit te wisselen en een stimulans te vormen om nationale bijdragen voor de konferentie los te krijgen. Een eindrapport van de konferentie in Wenen zal dienen als leidraad voor het beleid van de VN op dit gebied in de toekomst.
P.G.

Kunstmanen brengen de wereld thuis



Gabriël van Neerven

De Nederlandse televisiewereld en de overheid raakten verleden jaar in grote verwarring toen in enkele plaatsen tv-kijkers programma's uit Moskou op de buis kregen. Met een kleine antenne werden signalen van een Russische Gorizont opgevangen en via het kabelnet verspreid. Satelliettelevisie leek opeens uit de lucht zijn komen vallen. Niets is echter minder waar. De betrokken instanties hebben zich echter veel te weinig met het verschijnsel satelliettelevisie bezig gehouden en werden door de gebeurtenissen overvallen. Over wat er nu precies aan de hand is, gaat dit artikel.

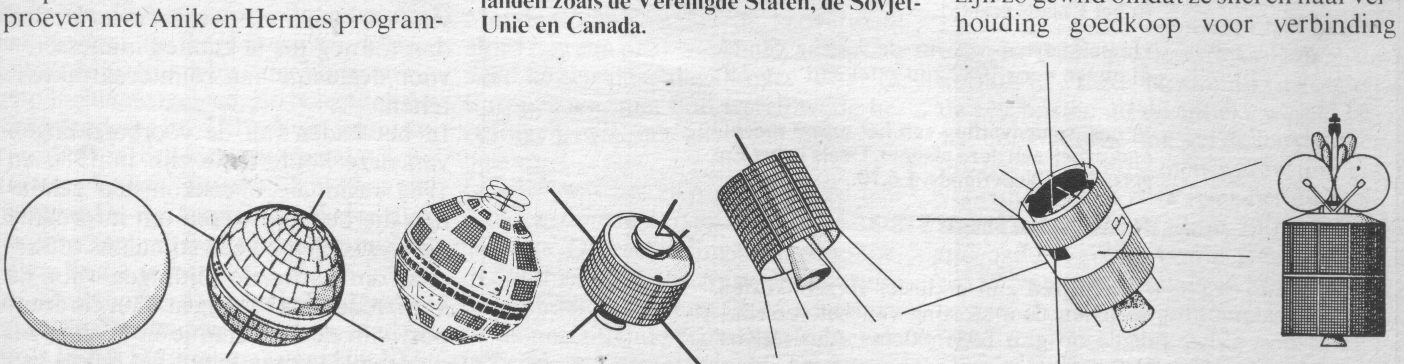
Kunstmanen voor het doorgeven van satellietbeelden bestaan al meer dan twintig jaar. Aanvankelijk waren voor het ontvangen van de satellietsignalen geweldige antennes nodig. Slechts internationaal samenwerkende PTT's, of die van de heel grote landen, konden zich dergelijke antennes veroorloven. Via de gebruikelijke kommunikatienetten (zoals Eurovisie) werden de ontvangen beelden dan doorgegeven naar de afzonderlijke landen. Met het snel beter worden van de ruimtevaarttechniek kwamen er grotere satellieten met meer zendvermogen en daardoor kleinere ontvangstantennes op de grond. in toenemende mate groeide de belangstelling voor kunstmanen die beelden direkt naar heel kleine ontvangers, bijvoorbeeld bij partikulieren thuis, kunnen stralen. Er werden ondermeer proeven gedaan met het uitzenden van onderwijsprogramma's via de ATS6 naar dorpen in India. Canada deed en doet proeven met Anik en Hermes programma's en in de Sovjet-Unie verzorgen Gorizonts en Ekrans al operationele diensten. Europa heeft met de OTS de basis gelegd voor satelliettelevisie.

Kommunikatie per satelliet begon door gewoon radiosignalen naar een kunstmaan te sturen die ze eenvoudig terugkaatste naar de Aarde (de Echo). In volgende kunstmanen werd het signaal door de satelliet eerst versterkt en dan weer uitgezonden (de Courier en de Telstar). Vervolgens ging men kunstmanen in een geostationaire positie brengen waarvandaan ze voor een bepaald deel van de Aarde altijd boven de horizon zijn. Voor een ononderbroken kommunikatie is dat uiterst plezierig en efficiënt. Satellieten als de Syncom en de Early Bird hoorden tot die eerste geostationaire kommunikatiesatellieten. Het signaal dat ze uitzonden was bijzonder zwak, zodat heel grote ontvangstantennes op de grond nodig waren. Allengs konden grotere en betere satellieten gebouwd en gelanceerd worden, die meer vermogen hadden en dus een sterker signaal konden terugzenden en die bovendien meer tegelijk konden doen. De ATS-A en de INTELSAT zijn de voorlopers geweest van de huidige heel grote kommunikatiesatellieten die vrijwel alle interkontinentale verbindingen verzorgen en ook dienst doen voor allerlei soorten berichtenverkeer binnen kontinenten en heel grote landen zoals de Verenigde Staten, de Sovjet-Unie en Canada.

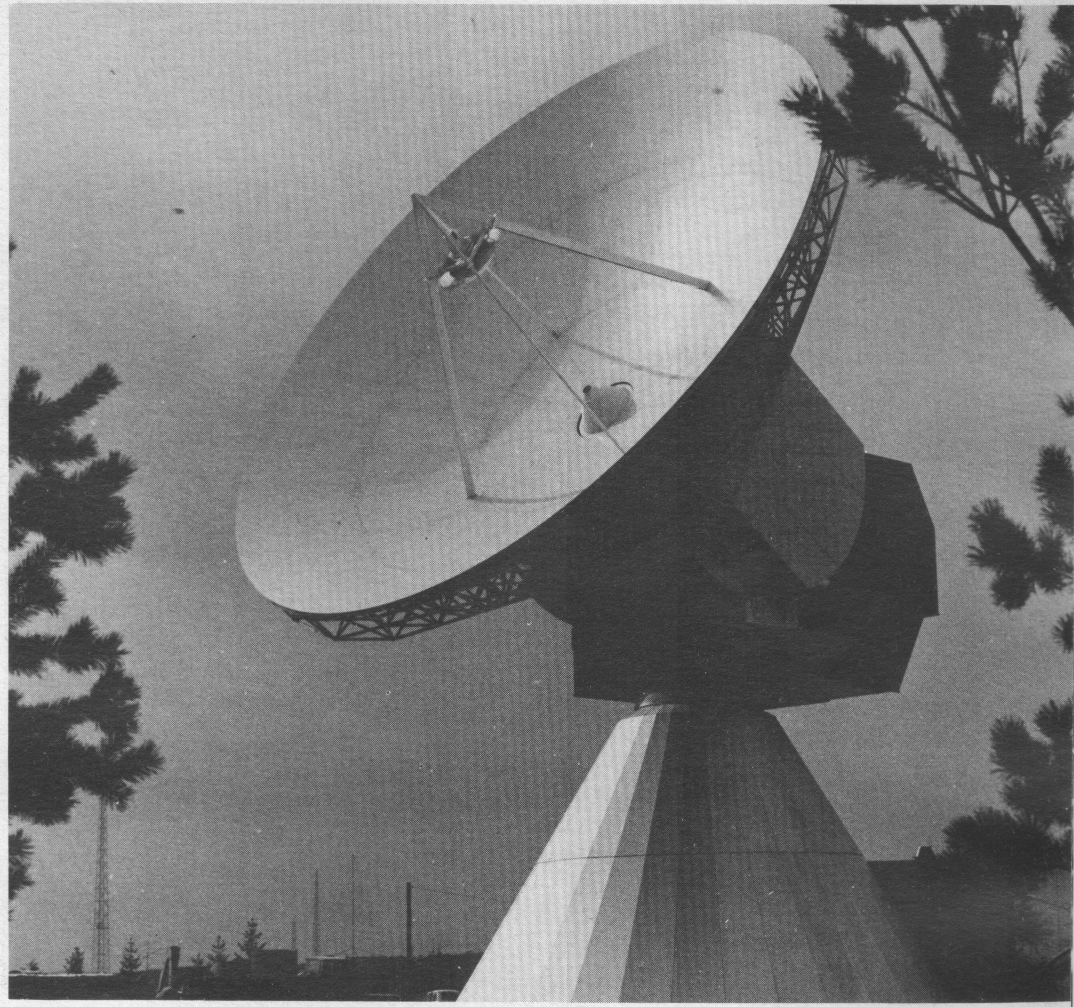
In de Verenigde Staten houden minstens veertien organisaties zich bezig met het uitzenden van televisieprogramma's via kunstmanen. Er zijn trouwens ook al meer dan 100.000 klandistiene kijkers. Eén man ontvangt zelfs 57 programma's van zeven verschillende kunstmanen, zonder er voor te betalen. Kanalen op satellieten worden daar voor bedragen rond 150.000 dollar per maand verhuurd.
Ook Japan heeft operationele satelliettelevisie. Andere landen bereiden eigen programma's voor.

Nut van kommunikatiesatellieten

Televisiesatellieten, en kunstmanen voor kummunikatie in het algemeen, zijn zo gewild omdat ze snel en naar verhouding goedkoop voor verbinding



Voor het ontvangen van kommunikatiesatellieten zijn veelal nog grote antennes nodig, zoals deze bij Usingen in West-Duitsland, waarmee via INTELSAT-V internationaal telefoonverkeer onderhouden wordt. De antenne is vooral groot om beter gebruik te kunnen maken van het grote aantal kanalen van de INTELSAT. Foto AEG.



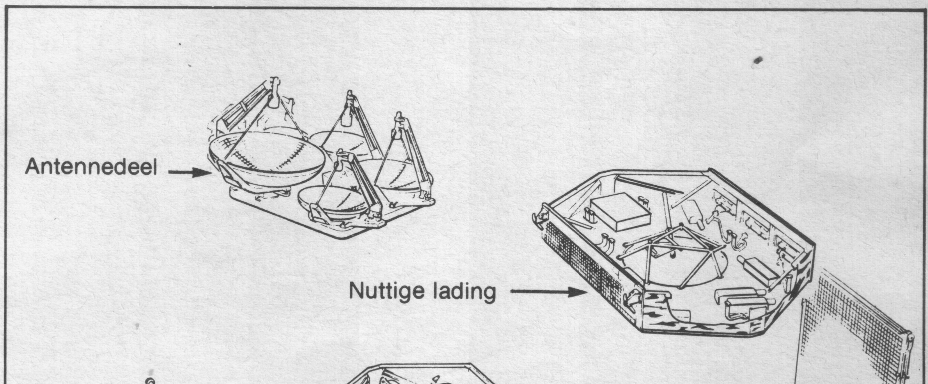
zorgen. Historisch is daarbij een verschil gegroeid tussen kommunikatiesatellieten (die tv-, radio-, telefoon-, telex- en gekombineerde verbindingen verzorgen) en omroep- en televisiesatellieten. De eerste zenden hun signalen naar centrale grondstations, de tweede moeten rechtstreekse ontvangst met kleine antennes mogelijk maken. In de praktijk hebben zich verscheidene varianten van de twee soorten kunstmanen ontwikkeld. Om praktische redenen zet men kommunikatiesatellieten in een geostationaire baan om de Aarde. Op een hoogte van rond 35.600 kilometer draait een satelliet even snel om de Aarde als de Aarde zelf om haar as wentelt. Het resultaat is dat de kunstmaan op een vaste positie aan de hemel blijft staan. Daardoor wordt een voortdurende ontvangst gegarandeerd. De kunstmaan verdwijnt immers nooit achter de horizon. Nog belangrijker is dat de grondstations op een vast punt gericht kunnen worden, waardoor de ontvangst inrichting minder duur wordt. Kostenbesparing is ook de enige reden waarom men op televisiesatellieten voor halfdirekte (via ontvangststation, straalzender en kabelnet) of direkte (meteen bij de mensen thuis) ontvangst overstapt. Door slechts geringe aanpassingen blijven de kosten voor de kijker laag en één kunstmaan maakt veel dure steunzenders te land overbodig.

Problemen

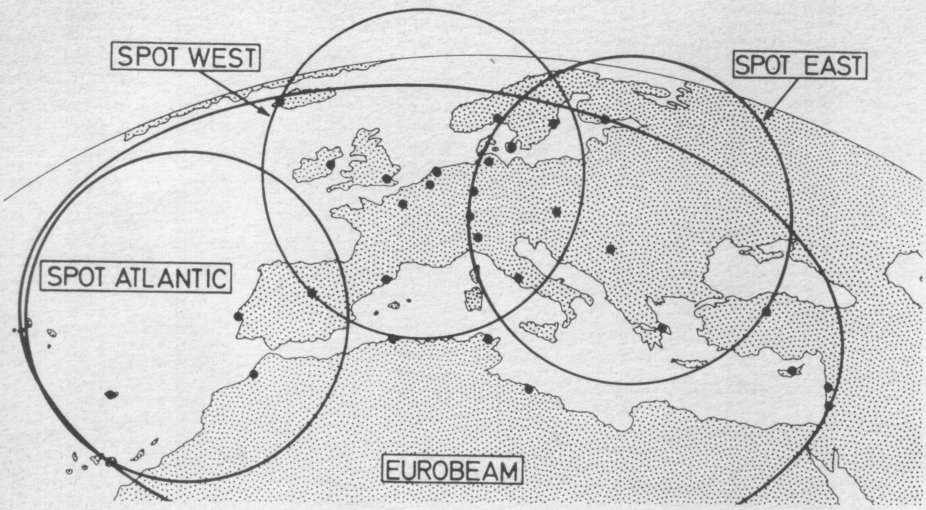
Het vervangen van een duur landnet door een kunstmaan klinkt simpeler dan het is. Vanuit Europa gezien staat de satelliet maar laag boven de horizon (in Nederland 27°). In berggebieden en steden met veel hoge gebouwen kunnen daardoor problemen met de ontvangst ontstaan, bijvoorbeeld in de "schaduw" van een hoge flat. Een tweede punt is dat het boven de evenaar uitgezonden antennepatroon bij aankomst in onze gebieden niet cirkelvormig maar ellipsvormig is. Dit probleem valt op te lossen via een speciale antennevorm. Dit gaat wel gepaard met extra kosten; het Westduitse bedrijf MBB besteedde al ruim 300 miljoen mark aan deze richttechnieken.

Politiek

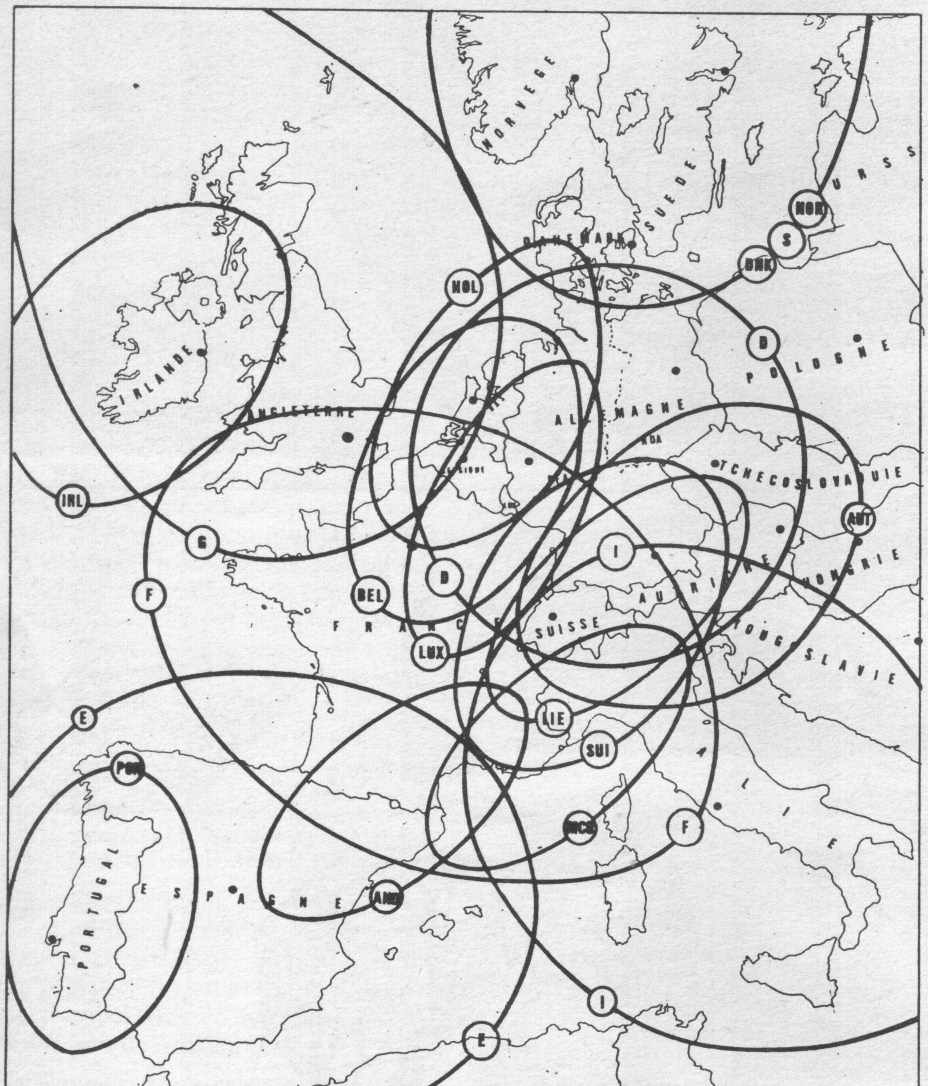
Uiteraard bestaan er ook politieke en juridische problemen. Politiek gevoelig is vooral de zogenaamde spillover, het verschijnsel dat buiten het gebied waarop de uitzending is gericht, het signaal ook te ontvangen is. Dit wordt nog eens verergerd doordat landsgrenzen zich weinig van mooie ellipsvormige ontvangstgebieden aantrekken. De juridische (voor zover niet politiek van aard)



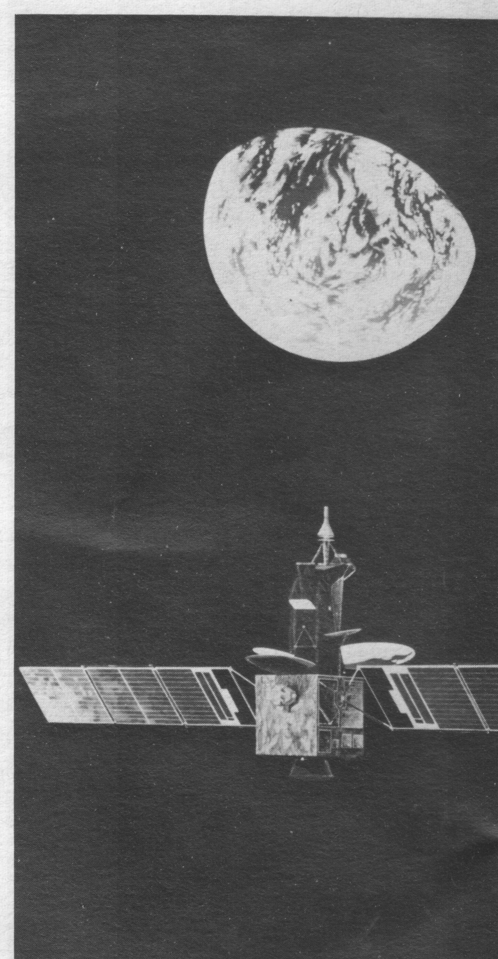
De OTS is de "peetvader" van alle Westeuropese kommunikatiesatellieten die nu in ontwikkeling zijn. Ook hij fungeert als regionale kunstmaan, maar er kunnen ook interkontinentale diensten mee verricht worden. Hij heeft een moduulsgewijze opbouw waarmee goedkoop varianten gekonstrueerd kunnen worden. Tekening ESA.



De ECS, de operationele opvolger van de OTS, krijgt diverse richtmogelijkheden met zijn antennes. Tekening ESA.



Op dit kaartje staan alle antennepatronen aangegeven die de verschillende Westeuropese landen voor hun eigen tv-satelliet nodig hebben. In deze ellipsen moet direkt-ontvangst mogelijk zijn. Tekening DGT/TDF.



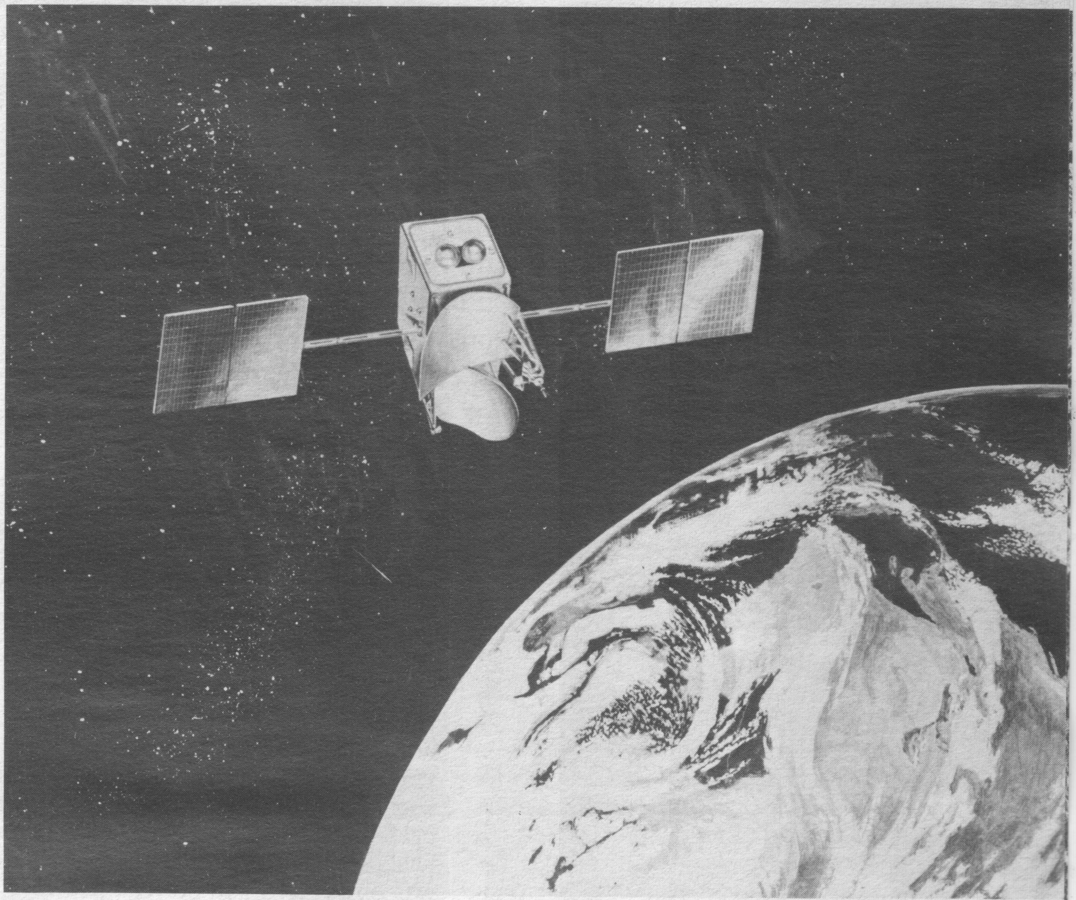
De INTELSAT-V is een typisch interkontinentaal funktionerende kommunikatiesatelliet die met een signaalbreedte van 11 graden bijvoorbeeld heel West-Europa in één keer bestrijkt. Foto Ford Aerospace.

betreffen vooral de auteursrechten. Hoe beschermt en int iemand die rechten bij ontvangers in een ander dan het uitzendende land? Een rekening sturen aan een land dat niet om de ontvangst van het programma gevraagd heeft, stuit uiteraard op problemen. Inmiddels heeft onze nieuwe minister van CRM de opdracht gekregen toch vooral het bestaande omroepbestel in stand te houden. Een verloren zaak, maar met het afsluiten van kabelnetten is de zaak in ieder geval op de lange baan geschoven.

Ontvanger

Voor de kijker is een "technisch" probleem belangrijker: de antenne die nodig is voor de ontvangst van signalen van een satelliet voor direkte televisie-ontvangst is weliswaar goedkoop vergeleken met zelfs het kleinste huidige grondstation, maar nu ook weer niet voor enkele honderden guldens te krijgen. Ook de noodzakelijke veranderingen aan de ontvanger zijn niet bijster goedkoop. Bovendien vergt de ombouw tijd; in de tussentijd moeten landnet en ruimteverbinding tegelijk werken, met alle dubbele kosten vandien. Daarom komt eerst een half-direkt systeem. Hierbij bedient de satelliet de schakel eenheden van het kabelnet. Een groot aantal kijkers krijgt één antenne en er is maar één ontvanger nodig. Dat maakt de zaak aanzienlijk betaalbaarder. De stap naar echte direkt-ontvangst tv lijkt voor een klein land als het onze overbodig.

De Anik-2 is als regionale kommunikatiesatelliet voor verkeer binnen Canada in bedrijf. Let op de speciale vorm van de antennes waarmee het signaal beter gericht kan worden. Foto RCA.

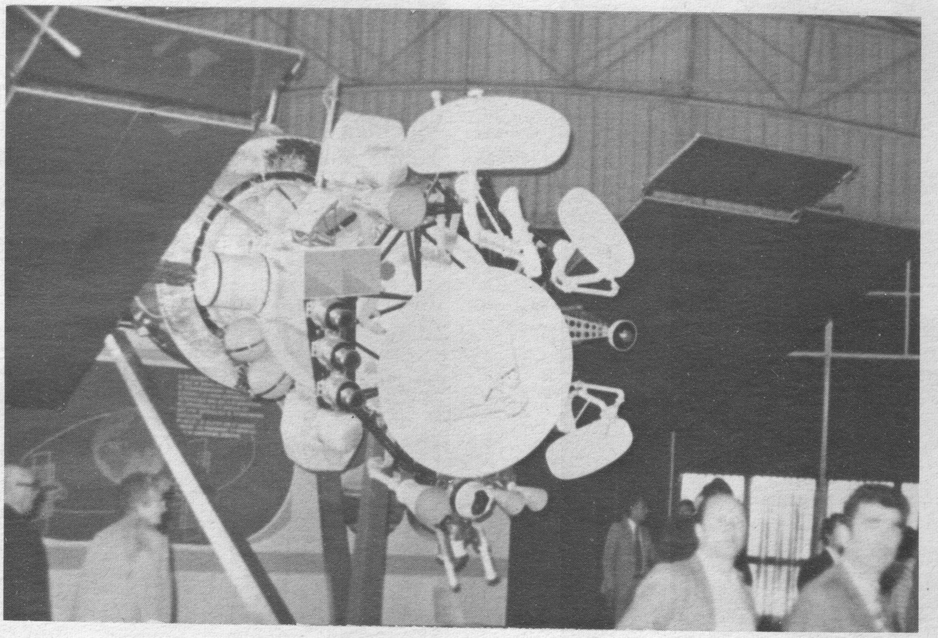


Ontwikkeling

De volgende ontwikkeling is intussen gaande. Naast het gebruik van satellieten voor internationaal verkeer (bijvoorbeeld de INTELSAT's) ontstaat de behoefte aan kunstmanen voor maar een paar landen of zelfs delen van landen (bijvoorbeeld de OTS). Die kunnen ook tv-programma's naar bijvoorbeeld kabelnetten zenden (half-direkt). De echte direkte tv-uitzendingen die met een kleine antenne (ongeveer 1 meter) door de individuele burger opgevangen kunnen worden, komen in zicht zodra de antennes betaalbaarder worden, vooral door massaproduktie. Ook dan blijft de ontvangst door kabelnetten mogelijk. De direkte vorm van satelliettelevisie lijkt alleen kans te maken in grote landen of gebieden met ontvangstproblemen.
Voor de verschillende fases in deze ontwikkeling zijn verschillende kunstmanen nodig. Tegelijkertijd ontwikkelt de gronduitrusting zich steeds verder en wordt langzaam goedkoper. Steeds meer landen (Australië, Brazilië, Arabië) krijgen behoefte aan eigen kommunikatiesatellieten voor kontakt met de wereld en vooral intern. Televisiekunstmanen zijn een logisch vervolg op deze ontwikkeling. Een vervolg dat niet los te maken is van de ontwikkeling van de televisie in het algemeen en kabelnetten in het bijzonder.
De meestbelovende vooruitzichten voor direkt-ontvangst van satelliettelevisie liggen denkelijk in de derde wereld. Daar kan dat een uitkomst zijn voor de geweldige ontwikkelings- en kommunikatieproblemen.

Nederland

Inmiddels heeft ons land ook problemen. De "dreiging" van de satelliettelevisie "kwam eerder dan verwacht". Daarmee is de vraag aktueel geworden naar het onderscheid tussen satellieten voor direkte ontvangst (ook omroepsatellieten) en kommunikatiesatellieten. Vroeger was die grens duidelijk. Een omroepkunstmaan zendt ongericht uit, een kommunikatiesatelliet naar één bepaald ontvangststation. Maar intussen zijn in de praktijk die grenzen vervaagd. Kanalen op kommunikatiesatellieten zijn vrijgegeven voor omroep en met drie-meter antennes betaalbaar op te vangen.
De Russische Gorizont bijvoorbeeld wordt als kommunikatie- én als omroepsatelliet gebruikt en daar weten onze ambtenaren geen raad mee. Echte direkt-ontvangst via kunstmanen is nog niet betaalbaar en vaak ook niet zinvol in een klein land als Nederland met zijn goede straalverbindingen.



Een model van de Russische Gorizont die volgens opgave van Moskou een omroepsatelliet is, waar iedereen dus het signaal van mag oppikken. Hij voldoet in de praktijk aan de omschrijving van satellieten voor direkt-ontangst. Die kunnen namelijk met kleine antennes zonder tussenkomst van grotere ontvangststations, straalzenders en kabelnetten ontvangen worden. Fot Jaap Terweij.



Moskou-1 in Nederland, ontvangen via een Gorizont. Foto Intercai.

Fokker niet met lege handen op straat...

Hans Engelman

MDF 100 projekt van de baan

Het sloeg in als een bom: het bericht dat het MDF 100 projekt was stukgelopen. Precies negen maanden nadat de samenwerking tussen Fokker en McDonnell Douglas als een Hollywood-huwelijk in de publiciteit kwam, moest Fokker-president Swarttouw via de televisie gelaten en teleurgesteld toegeven dat beide partners uit elkaar waren gegaan en het ambitieuze plan om samen op de markt te komen met een nieuw brandstofzuinig passagiersvliegtuig in de klasse van 150 personen definitief was stopgezet.

De opzegging van de samenwerking kwam voor insiders niet als een verrassing, wel echter het tijdstip waarop dat gebeurde. Al in de laatste maanden was duidelijk dat er "iets aan de hand" was, toen een definitieve beslissing over het doorgaan van het projekt enige maanden werd uitgesteld. In februari ging Swarttouw opnieuw naar St.Louis om met zijn Amerikaanse partners verder te onderhandelen. Het punt was genaderd dat de uiteindelijke kontrakten moesten worden getekend en dat benauwde de Fokker-topman. Zijn handtekening betekende onherroepelijk "doorgaan", tegen 100 miljoen gulden per jaar. De marktvooruitzichten waren de laatste tijd evenwel steeds slechter geworden voor het nieuwe vliegtuig. In de Verenigde Staten kwamen alsmaar meer luchtvaartmaatschappijen in de rode cijfers terecht. Juist de belangrijkste klanten voor het MDF 100 projekt, United Airlines en Delta Airlines, voelden er in deze situatie niets voor een beslissing te nemen over de aankoop van een nieuw vliegtuig.

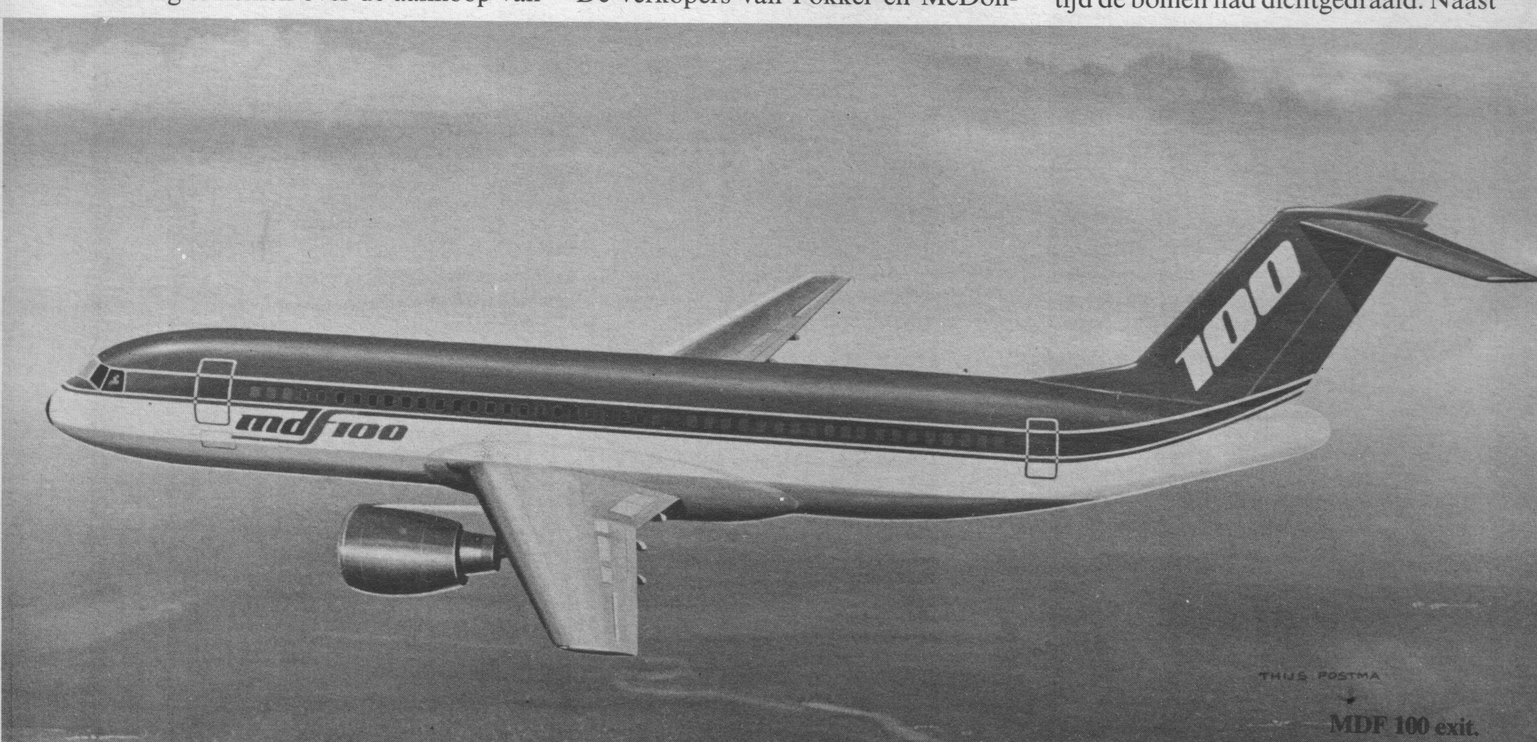
Ekonomische verwachting pakte anders uit

De ekonomische krisis had de Amerikaanse maatschappijen direkt en indirekt getroffen. Het passagiersvervoer liep terug. In een hevige konkurrentiestrijd probeerden de Amerikaanse vervoerders met extra lage tarieven nieuwe passagiers aan te trekken en zo hun vliegtuigen vol te krijgen. Het resultaat was omgekeerd aan de verwachtingen. De verliezen werden alleen maar groter. Daarbij kwam ook de staking van de Amerikaanse verkeersleiders, waardoor de meeste Amerikaanse maatschappijen hun routenet en het aantal vluchten moesten inkrimpen. Dat betekende ook inkomstenverlies. Elders in de wereld stelden de luchtvervoerders zich eveneens terughoudend op bij het beslissen over de aankoop van nieuwe vliegtuigen.

De verkopers van Fokker en McDonnell die de wereld afreisden om de belangstelling voor de MDF 100 te peilen en met de technici de wensen van de potentiële klanten probeerden te vertalen in technische specifikaties, werden met nog een andere onverwachte ontwikkeling gekonfronteerd, de olieprijs. Samen met de deskundigen van het ministerie van ekonomische zaken hadden de Fokker-mensen berekend dat de brandstofprijzen hoger zouden oplopen, waardoor de noodzaak van een nog zuiniger vliegtuig alleen maar groter zou worden. Op de oliemarkt werd die verwachting echter niet bewaarheid, in tegendeel zelfs. Daardoor verdween een ekonomisch argument voor de MDF 100.

Opwinding terecht?

De opwinding na het bekend worden van de scheiding tussen Fokker en McDonnell Douglas en het niet doorgaan van het MDF 100 projekt was groot. De vakbonden trokken onmiddellijk van leer, bezorgd over de werkgelegenheid bij de Nederlandse vliegtuigindustrie. Er werden verwijtende opmerkingen in de richting van de Fokker-leiding gemaakt. Ook sommige kranten en tijdschriften bleven niet achter met de kritiek. "Swarttouw pokerde en verloor" was een van de koppen. "Vertrek Swarttouw bij Fokker waarschijnlijk" stond boven een ander artikel. Men sprak van de Fokker-flop, maar nergens waarderende woorden voor het feit dat de Fokker-manager op tijd de bomen had dichtgedraaid. Naast



MDF 100 exit.

de steeds slechter wordende ekonomische vooruitzichten stond immers ook de stroeve samenwerking met de Amerikanen, tot uiting komend in verschillen van inzicht over de uitvoering van de MDF 100 en over technische problemen. Als de kontrakten getekend waren, zou de weg terug moeilijk, zo niet haast onmogelijk geworden zijn. Het zou ook de kansen voor Fokker op samenwerking met andere partners aanzienlijk hebben verkleind wanneer in een later stadium toch een breuk zou zijn opgetreden. Ondanks het "hosanna"-geroep van de eerste zes maanden lijkt het van goed inzicht te getuigen dat nog tijdig een punt is gezet achter een aanvankelijk groots plan waarmee Fokker een behoorlijke vinger in de pap van de markt voor de grotere verkeersvliegtuigen hoopte te krijgen. De beslissing van mei verleden jaar was geen pokerspel, maar behoorde tot het ondernemersrisiko dat elk gezond bedrijf moet durven nemen.

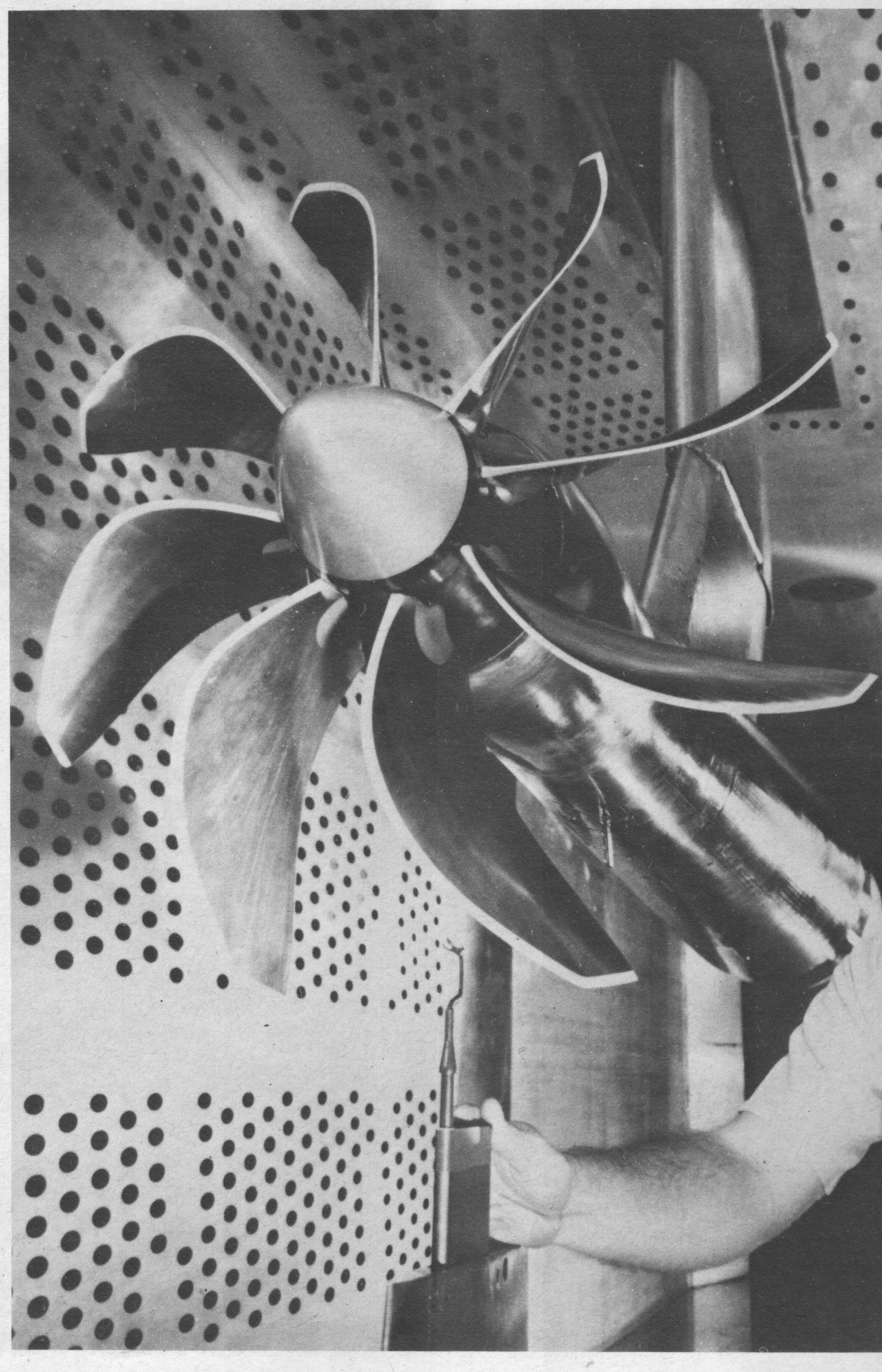
Geen lege handen

Fokker staat niet met lege handen. De vooruitzichten voor de bestaande eigen produktielijnen van de F27 en F28 zien er gunstig uit. Daarbij helpt juist nu de ekonomische situatie een handje mee. Het Nederlandse bedrijf heeft de mankracht die aan het MDF 100 projekt werkte, teruggetrokken en deze zal nu worden ingezet voor verbeteringen in de bestaande programma's. En ook nu zegt Swarttouw dat een derde programma noodzakelijk is, al hoeft dat door de suksessen van de F27 en de F28 niet op stel en sprong. Intussen heeft Airbus Industrie laten weten te willen praten. Fokker wil in een nieuw projekt wel een belangrijke zeggenschap hebben. "Wij willen onze positie als zelfscheppende vliegtuigindustrie bewaren" is een van de credo's die Swarttouw na zijn komst bij Fokker heeft uitgedragen. Dit zal ook een rol spelen bij toekomstige projekten waarvoor de Nederlandse vliegtuigfabriek zal worden uitgenodigd. Men wil zo lang mogelijk voorkomen af te glijden tot een assemblagewerkplaats. Daarom wordt ook aan nieuwe ontwerpen gedacht.
Het restant van de 1,7 miljard gulden die de Nederlandse regering vorig jaar voor het nu gestrande MDF 100 projekt had toegezegd, blijft voorlopig gereserveerd. De kosten die al zijn gemaakt, ruim 150 miljoen van de overheid en enkele tientallen miljoenen van Fokker zelf, zijn niet zonder meer weggegooid. Na het mislukken van de samenwerking met de Amerikanen werd nadrukkelijk gesteld dat men er veel van had opgestoken op het gebied van management en technische kennis. De boedelscheiding voorziet er in dat beide fabrieken met de gegevens en de kennis hun eigen weg kunnen gaan. In Japan is de deur nog niet dicht, maar het Japanse konsortium vormt een te zwakke basis om samen verder te gaan, als daar al iets van zou kunnen komen.

F-XX

Fokker gaat voorlopig weer even alleen verder en kijkt uit naar wat de toekomst zal brengen. Men denkt aan modernisering van de bestaande produkten en de verdere studies voor de F-XX, die pas tegen 1990 definitiever vorm moet krijgen als logische opvolger van de F27. De F-XX moet een turboprop vliegtuig voor 80 tot 90 passagiers worden, waarbij mogelijk gebruik gemaakt zal worden van een nieuwe propellortechniek, die momenteel door de NASA, in samenwerking met fabrikanten van propellors en motoren, ontwikkeld wordt.

Bij Fokker denkt men voor de toekomstige F-XX aan deze achtbladige propfan. Hij werd voor de NASA ontwikkeld door Hamilton Standard, 's werelds meest gespecialiseerde bedrijf in molens, rotors, wieken, turbines en propellors. Dit soort propellor maakt bij een gegeven vliegsnelheid minder lawaai en verbruikt minder brandstof dan gewone propellors. Het onderzoekprogramma aan deze propellor is overigens nog gaande.



Lof en kritiek voor Europese mini-luchtbus

Airbus Industrie presenteert eerste A 310

Hans Engelman

Precies volgens schema is de eerste Airbus A-310 aan de buitenwacht getoond. Een groot aantal genodigden, vertegenwoordigers van luchtvaartmaatschappijen, de samenwerkende fabrieken en de internationale pers, was half februari bijeen gebracht op het fabrieksdeel van het vliegveld van Toulouse, waar de hoofdzetel van Airbus Industrie is gevestigd. De nieuwe Airbus-vogel werd door het binnenrollen in een hangar die even geleend was van een andere bewoner van het vliegveld van Toulouse, Aerospatiale, officieel voorgesteld.

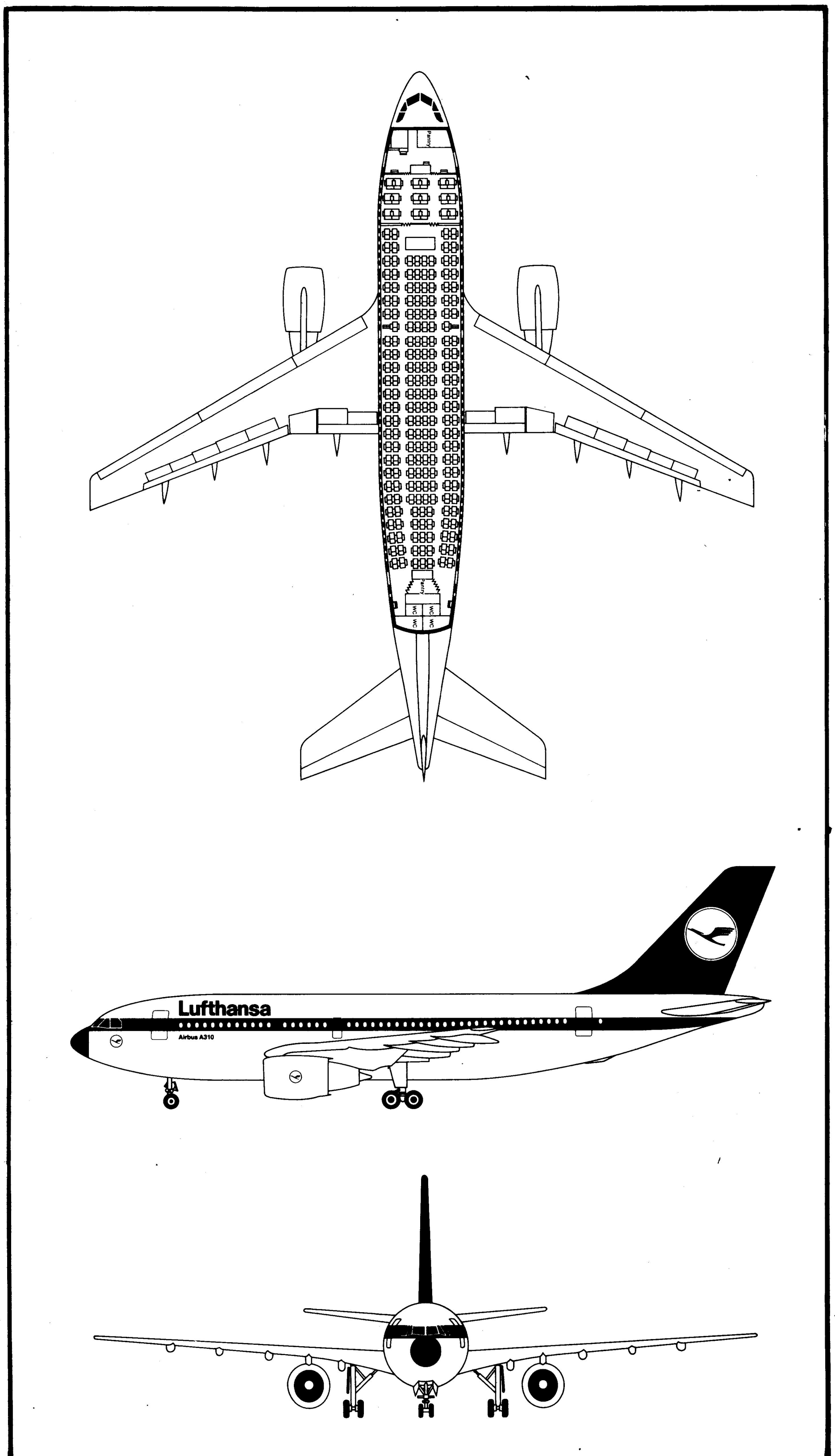
Het was deze keer nu eens niet de traditionele "roll out", maar een "roll in", met stoeltjes voor de gasten keurig gerangschikt in de hangar. Het omkeren van de normale gang van zaken bleek een gelukkige beslissing, want het regende pijpestelen toen de deelnemers aan de feestelijke ceremonie arriveerden, en de temperatuur was ook allesbehalve zuidelijk.
De nieuwe A-310 was beschilderd in de kleuren van Swissair en Lufthansa, de twee Europese luchtvaartmaatschappijen die als eersten de mini-luchtbus bestelden, en begin 1983 ook de eerste vliegtuigen van dit type aan hun luchtvloten zullen toevoegen. Bernard Lathière, president van Airbus Industrie, benadrukte tijdens de plechtigheid nog eens dat dit nieuwe vliegtuig een symbool van de Europese eenheid is, doelend op de bijdragen die de samenwerkende Deutsche Airbus, British Aerospace en het Spaanse CASA aan de Franse produktielijn voor de A-310 hebben geleverd. In april 1983 zal ook de KLM de eerste A-310 afgeleverd krijgen.

Tweede Airbus-loot

De A-310 is de tweede loot aan de Airbus familiestamboom, na de grote luchtbus A-300. De Franse leiding van het bedrijf denkt verder nog aan een derde familielid, de A-320.Dat is een vliegtuig in de 150 passagiers klasse, dat vorig jaar tijdens de luchtvaartsalon in Parijs werd gelanceerd. Maar Lufthan-

De Airbus A-310. De eerste zal begin 1983 aan Swissair worden afgeleverd.





SPECIFIKATIES AIRBUS A-310
Spanwijdte: 43,9 m
Lengte: 46,6 m
Hoogte: 15,8 m
Kabine-afmetingen:
Lengte: 33,2 m
Breedte: 5,3 m
Hoogte: cirka 2 m
Vleugeloppervlak: 219 m^2
Max. startgewicht: 132.000 kg
Max. landingsgew.: 118.500 kg
Inhoud brandstoftanks: 55.000 l
Vrachtkapaciteit: 10,2 ton
Snelheid: 830 km/uur
Vliegbereik: 4200 km (bij volle pass.bezetting
Passagiers: 190-282 (afhankelijk van inrichting)
Motoren: 2 General Electric CF6-80A of 2 Pratt&Whitney JT9D-7R4D1

AIRBUS PARTNERS IN EUROPA
Airbus Industrie heeft vier risikodragende partners:
Deutsche Airbus, West-Duitsland: 37,9%
Aerospatiale, Frankrijk: 37,9%
British Aerospace, Engeland: 20%
CASA, Spanje: 4,2%
Fokker en Belairbus (België) leveren als geassocieerde leden kleinere onderdelen aan Airbus en dragen bij aan het ontwikkelings proces voor Airbusvliegtuigen. Dat gebeurt onder een speciaal kontrakt met Airbus Industrie, waarin zekere waarborgen en technische garanties zijn overeengekomen. Terwijl de andere partners delen in de risiko's van het hele programma, zijn Fokker en Belairbus uitsluitend financieel en technisch verantwoordelijk voor hún aandeel. Bij de bedrijven van de vier risikodragende partners werken in totaal 153.000 mensen. Ter vergelijking: bij Boeing zijn dat 75.000, bij McDonnell Douglas 70.000 en bij Lockheed 60.000.

sa topman dr. Herbert Culmann waarschuwde AirbusIndustrie ervoor dat de luchtvaartmaatschappijen een reeks moderne, ekonomische en brandstofzuinige vliegtuigen nodig zullen hebben. "Met alle begrip voor uw overwegingen om snel de A-320 van de grond te helpen, vinden wij dat het nu hoog tijd is voor Airbus Industrie om er serieus iets aan te doen de luchtbusserie af te ronden met een vliegtuig voor de lange afstanden", aldus Culmann. Hij dacht daarbij vooral aan een opvolger voor de DC-8 en de Boeing 707. In dit verband wees hij op het (nog papieren) TA 11 projekt, dat -zoals Lathière in zijn toespraak had gezegd- met de TA 9 en de TA 12 nog steeds niet voorgoed in het archief is opgeborgen. Culmann gelooft dat Airbus met de TA 11 op grote schaal toegang zal kunnen krijgen tot de internationale markt voor vliegtuigen voor de lange afstand.

Lufthansa heeft 25 A-310's besteld, die vanaf volgend jaar langzamerhand de Boeing 727 zullen gaan vervangen op alle belangrijke Europese routes. Bovendien heeft de Westduitse maatschappij een optie op nog eens 25 stuks. Swissair heeft, net als de KLM, een definitieve order voor tien vliegtuigen geplaatst, met een optie op nog eens tien. Bij Airbus Industrie zijn inmiddels 178 bestellingen geteld, 88 definitieve orders en 90 voorlopige bestellingen, van klanten uit vijftien landen. Daar komen dan nog 325 orders en opties voor de A-300 bij. Hiervan zijn nu 158 stuks afgeleverd aan 27 luchtvaartmaatschappijen.

Aan deze indrukwekkende cijfers kan men zonder meer de konklusie verbinden dat Europa met de Airbus een suksesvolle stap in de markt voor breed romp-vliegtuigen voor de middellange afstand heeft gezet. Daarmee is tegelijk internationaal een positie ingenomen tegenover de allesoverheersende Amerikaanse vliegtuigindustrie. De grootste producent van verkeersvliegtuigen, Boeing, houdt nu terdege rekening met de Europese luchtbusindustrie, die ook op het eigen kontinent steeds meer aan-

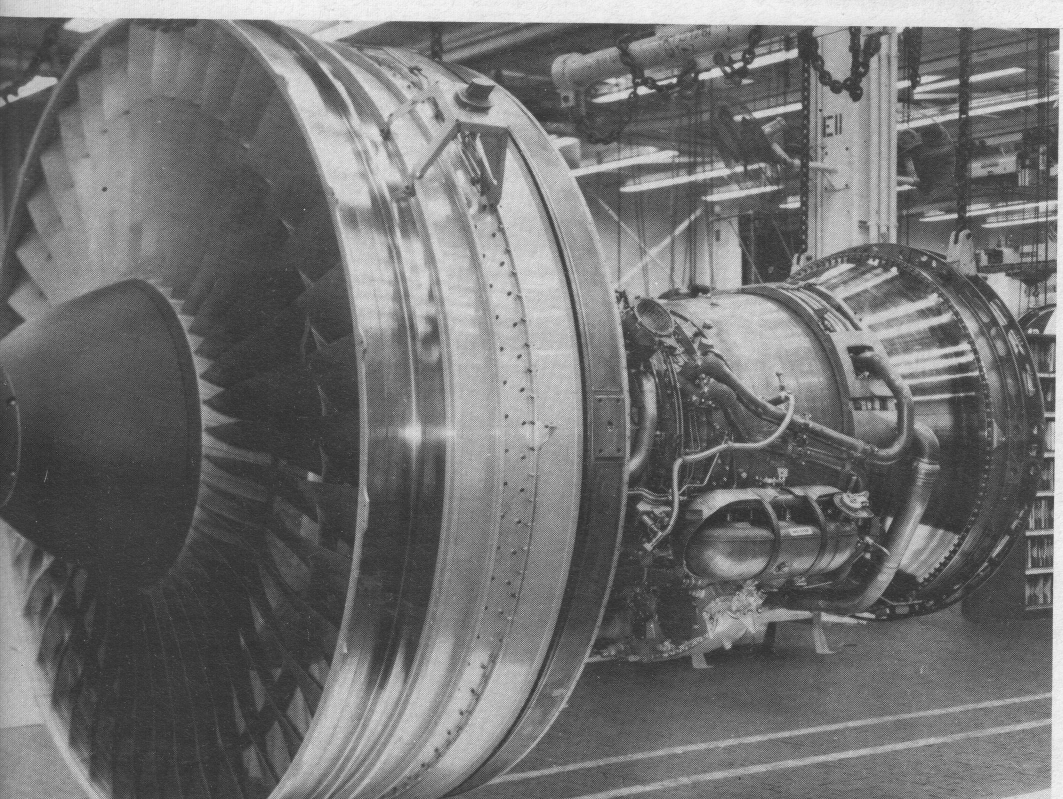
hangers krijgt. De publieke "onthulling" van de Airbus A-310 was dan ook een nieuwe mijlpaal in de geschiedenis van deze Europese vliegtuigfabriek.

Karaktertrekken van de A-310

De A-310 profiteert van de ervaringen die met de ontwikkeling en de bouw van de A-300 zijn opgedaan; met dat toestel zijn inmiddels ruim 1 miljoen vlieguren gemaakt. In feite is de A-310 rechtstreeks afgeleid van de A-300. De luchtvaartmaatschappijen wilden een kleinere "wide body" in de klasse voor 200 of iets meer passagiers. Bij de eerste studies bleek dat de o rspronkelijke vleugel van de A-300 te groot was voor het nieuwe ontwerp, dat een kortere romp zou krijgen. Het resultaat werd een volledig nieuwe vleugel, kleiner, voorzien van de laatste aerodynamische en technische voordelen, die een maximale brandstofbesparing kon geven. Bovendien konden de produktiemethodes aanzienlijk worden verbeterd.
De A-310 is bijna zeven meter korter dan zijn voorganger. In de praktijk betekent het dat dertien rompribben minder zijn gebruikt voor de totale romplengte. Het achterste deel van de romp werd volledig nieuw ontworpen, waardoor het drukschot in het staartgedeelte, aan het eind van de kabine, verder naar achteren kon worden geplaatst en ruimte ontstond voor twee extra rijen stoelen. Totaal kunnen gemiddeld 210 passagiers worden meegenomen; afhankelijk van de kabine-indeling in de zwaardere versies zelfs 285 passagiers en 25 ton vracht.
De maatschappijen die de startorders plaatsten, hebben intensief samengewerkt met het omschrijven van de exakte specifikaties waaraan de nieuwe miniluchtbus zou moeten voldoen.
De eerste vier A-310's zijn apart geassembleerd. Zoals ook bij de A-300 worden alle komponenten bij verschillende Europese vliegtuigfabrieken geproduceerd en vervolgens naar Toulouse getransporteerd. Komplete rompdelen gaan zelfs met speciaal omgebouwde vliegtuigen door de lucht naar de moederfabriek in Toulouse. Vanaf het vijfde produktiemodel zal de A-310 op de huidige A-300 produktielijn worden gebouwd. Airbus Industrie verwacht daardoor beter op de marktwensen te kunnen reageren. De gekombineerde A-300/A-310 produktielijn wordt verder aangepast, waarbij op verschillende plaatsen in het proces automatisering van de werkzaamheden zal worden ingevoerd om de produktietijd te bekorten. Volgens het huidige schema zullen dit jaar vijf A-310's van de "band" moeten rollen. Voor 1983 staan er 25 gepland en voor 1984 42 stuks. De meeste gereedschappen zijn door de grote overeenkomst tussen A-300 en A-310 bruikbaar bij de produktie van beide types. In de nieuwe luchtbus is bovendien gebruik gemaakt van de kunststoffen die steeds meer in de vliegtuigindustrie worden toegepast om gewicht te besparen.
De belangrijkste vernieuwingen biedt de cockpit waar het zogenoemde forward facing koncept is toegepast. Hierbij zijn alle instrumenten voor de vluchtbehandeling op het front- en het plafondpaneel aangebracht. De eerste drie kopers van de A-310, Lufthansa, Swissair en de KLM, hebben gekozen voor een tweemans cockpit, waarin geen boordwerktuigkundige meer dienst zal doen. Door toepassing van de nieuwste elektronika met beeldschermen en drukknopbediening kan deze nieuwe cockpit door twee vliegers worden bediend (zie het hierna volgende verhaal over de inrichting van de cockpit en de weerstand die deze nieuwe technologie bij vliegers heeft opgeroepen).

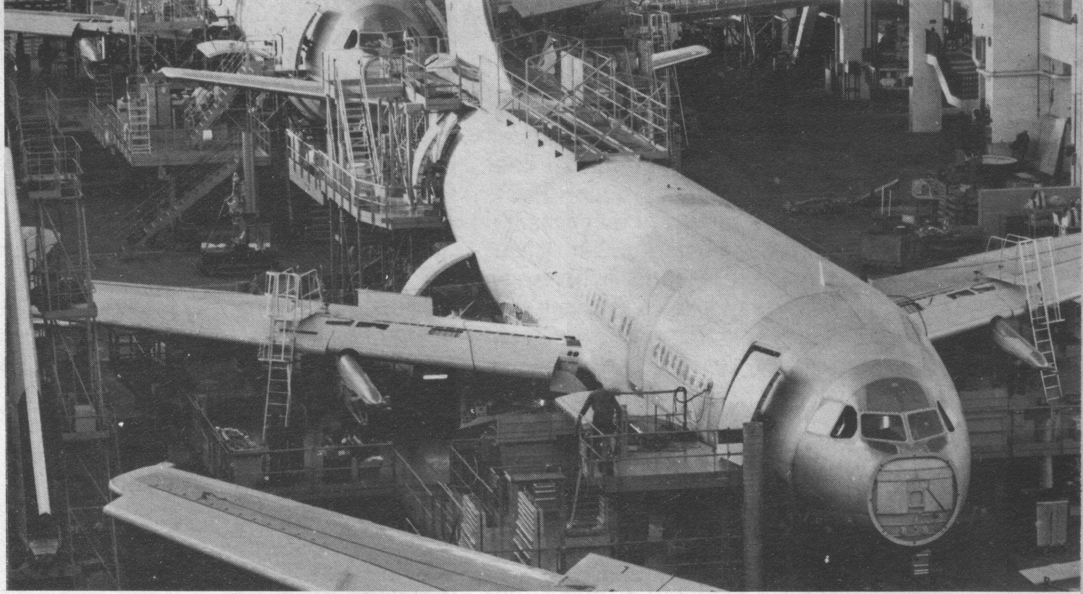
Bezwaren bij vliegers tegen cockpit

Terwijl op het vliegveld van Toulouse de feestelijkheden rond de presentatie van de A-310 plaatsvonden, vergaderden elders in deze Zuidfranse stad vertegenwoordigers van de verschillende nationale vliegerorganisaties in Europilote, de Europese federatie van vliegersverenigingen. Op het moment dat Airbuspresident Lathière zijn gasten toesprak, werd door Europilote een verklaring uitgegeven waarin hard stelling werd genomen tegen de nieuwe tweemans cockpit van de A-310.
"Vandaag zou het een gelukkige gebeurtenis hebben kunnen zijn voor ons, vertegenwoordigers van 15.000 vliegers uit 17 Europese landen, om de ingenieurs, testvliegers en technici van Airbus Industrie te feliciteren met de nieuwe A-310. Helaas moet de cockpit van dit vliegtuig als onvoldoende worden beschouwd. De indeling ervan is vastgesteld tegen ons deskundige advies in. Ons aanbod om bij te dragen om van de A-310 het eerste verkeersvliegtuig te maken dat in nauwe samenwerking tussen fabrikant en de toekomstige vliegers tot stand is gebracht, is tot nu toe genegeerd." In de verklaring van Europilote werd er verder nog op gewezen dat de Amerikaanse vliegtuigindustrie een handelsoorlog tegen Airbus Industrie is begonnen om aan te tonen dat de A-310 slechter is dan hun eigen produkten. De vliegers van Europilote besloten hun verklaring met de vraag of Airbus Industrie zich kan veroorloven de deskundige adviezen van de Europese vliegers in de wind te slaan. Volgens Europilote is het antwoord op die vraag van vitaal belang, niet alleen voor de veiligheid van passagiers en bemanningen, die met deze vliegtuigen zullen vliegen, maar ook voor al diegenen van wie de werkgelegenheid afhangt van het



De Pratt&Whitney JT9D-7R4 turbofan motor is gekozen door Swissair voor haar toestellen.

De eindmontagelijn in Toulouse waar de Airbus A-300 en A-310 worden gebouwd.



sukses en de toekomst van de luchtbusproduktie in Europa.
De harde woorden van de vliegers hadden vooralsnog weinig effekt bij de topbazen van de Europese luchtvaartindustrie en de luchtvaartmaatschappijen. Voor hen waren de vliegerklachten ook niet nieuw. Al enkele jaren ageren vliegers en boordwerktuigkundigen tegen de inkrimping van de stuurhutbemanningen. Het belangrijkste mikpunt daarbij was en is nog steeds de mini-luchtbus.
Steeds meer luchtvaartmaatschappijen bekijken de mogelijkheden om terug te schakelen naar een tweemans cockpit. Boeing biedt de nieuwe generatie vliegtuigen, de 767 en de 757, al in deze versie aan. In december besloot deze Amerikaanse fabrikant alsnog de 767 te laten goedkeuren voor een tweemans bezetting van de stuurhut. Aanvankelijk wilde de fabriek in Seattle eerst de ervaringen met en de certifikatie van de 757 afwachten.
Eastern Airlines, de enige gebruiker van de Airbus A-300 in de Verenigde Staten, heeft met de fabriek al een ombouwprogramma opgesteld om de 25 EAL-luchtbussen om te bouwen voor tweemans "gebruik". Een maand geleden is de eerste A-300 met een tweemans cockpit aan Garuda Indonesian Airways afgeleverd.
Als de A-310 beschikbaar komt met de moderne FFCC stuurhut, is de geavanceerde elektronische apparatuur en de hele opstelling van de instrumenten al een jaar uitgebreid getest en ligt er de praktijkervaring van de Garudavliegers.
Begin 1983 gaat de A-310 kommercieel vliegen. Dan heeft de ontwikkeling, bouw en beproeving in totaal vijf jaar in beslag genomen. In maart 1978 werden de eerste specifikaties opgesteld, in maart 1979 de eerste kontrakten getekend en in maart 1982 zouden de eerste proefvluchten beginnen.

Vliegers boos...

Hans Engelman

KLM kiest tweemans cockpit voor A-310

De KLM-direktie heeft begin februari bekend gemaakt definitief te hebben gekozen voor de tweemans cockpit in de nieuwe Airbus A-310, waarvan het eerste toestel in april 1983 aan de luchtvloot zal worden toegevoegd. De KLM heeft tien A-310's besteld en een optie op nog tien stuks. Door de beslissing van de KLM-leiding is het konflikt met de vliegers en boordwerktuigkundigen opnieuw opgelaaid.

Kort voor de aankondiging van het KLM-besluit verklaarden de Vereniging van Nederlandse Verkeersvliegers (VNV) en de Vereniging van KLM-Boordwerktuigkundigen (VKB) van mening te zijn dat "een onverantwoorde keuze" was gemaakt, waarbij "volstrekt voorbij gegaan was aan de vele onzekerheden die er ten aanzien van het gebruik van dit toestel op technisch en operationeel vlak bestaan". De beide organisaties weigeren dan ook "nu en in de toekomst" iedere verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid te dragen als het gaat om het vliegen met de tweemans A-310.

KLM hakt knoop door

In oktober 1980 werd een projektgroep A-310 ingesteld, waarin de belangengroepen (KLM, VNV en VKB) gelijkelijk vertegenwoordigd waren. Na ruim een jaar van overleg kon men niet tot een gezamenlijk standpunt over de cockpitsamenstelling komen. De vliegers vinden dan ook dat ze net zo ver zijn als vijftien maanden geleden toen zij en de KLM-direktie ook al tegenover elkaar stonden in verband met de inrichting van de A-310 cockpit en de bemanningssamenstelling.
Omdat er geen overeenstemming in de projektgroep kon worden bereikt en de tijd voor de KLM begon te dringen om de fabrikant te informeren over de cockpitkeuze, heeft de KLM-direktie de knoop doorgehakt en, zoals bij de instelling van de projektgroep was afgesproken, een definitieve beslissing genomen. Volgens KLM-direkteur ir. Van Ameyden heeft men veel vertrouwen in de A-310. Men is bij de beslissing afgegaan op de ervaringen van de deskundigen binnen de KLM, waarbij ook vliegers zijn geraadpleegd. Ook de ervaring van vijftien jaar met de tweemans cockpit in de DC-9 heeft een rol gespeeld bij de uiteindelijke beoordeling. De nieuwe technieken die in de cockpit van de mini-luchtbus worden gebruikt, zijn volgens de KLM-direkteur op zichzelf niet nieuw. Ze zijn dat alleen in de onderlinge samenhang waarin ze in de stuurhut van de A-310 zijn toegepast. En ook hier meent de KLM dat het vertrouwen gerechtvaardigd is. Een ander punt waarop de beslissing van de KLM-direktie is gebaseerd, is de goede reputatie van Airbus Industrie in de burgerluchtvaart met de suksesvolle A-300. De KLM acht het onmogelijk om de boordwerktuigkundige in de A-310 een zinvolle taak te geven.

Onenigheid over werkbelasting

Ook Swissair en Lufthansa hebben voor de tweemans cockpit gekozen. In de vliegtuigindustrie worden trouwens steeds meer toestellen voor tweemansbediening ontwikkeld en door de lucht-

vaartautoriteiten goedgekeurd.
Ir. van Ameyden is van mening dat de werkbelasting in de nieuwe A-310 niet zwaarder zal zijn dan in de nu al door twee man gevlogen DC-9's. De vliegers zijn het met dit standpunt niet eens. Zij onderschrijven de filosofie van Airbus dat de vlieger kennis moet hebben van wat er gebeurt met alle systemen aan boord, maar het vraagt zoveel aandacht en handelingen om dat goed te doen, dat volgens de vliegers een derde man noodzakelijk blijft, althans voorlopig. Als gebleken is dat de komputersystemen inderdaad goed funktioneren (daaraan wordt ernstig getwijfeld) is men bereid over een tweemans uitvoering te praten. De KLM meent dat hierdoor te veel komplikaties zullen ontstaan, zoals herscholing van vliegers en herziening van procedures. In dat geval zal de derde man zijn funktie verliezen en ontstaan er problemen voor de werkgelegenheid. In de huidige opzet, die de KLM-direktie voorstaat, en met het nu beschikbare aantal boordwerktuigkundigen komt de werkgelegenheid voor deze kategorie stuurhutpersoneel niet in gevaar.
De ergonomische aspekten blijven voor de vliegers het hete hangijzer. Zij wijzen er bovendien op dat de Airbus A-310 oorspronkelijk met een cockpit voor drie man was ontworpen en dat dit plan onder druk van de luchtvaartmaatschappijen is gewijzigd. De voorzitter van de VNV, Van Vianen, vindt dat in kritieke situaties, zoals bij landingen onder moeilijke omstandigheden, een werkbelasting kan ontstaan waarmee de veiligheid verre van gediend is. De VNV wil met "daartoe geëigende middelen" alsnog de KLM bewegen af te zien van de tweemans cockpit. De Nederlandse vliegers staan overigens niet alleen. Ook in West-Duitsland en Zwitserland is verzet tegen het FFCC koncept (FFCC staat voor Forward Facing Crew Cockpit) met twee man. In West-Duitsland heeft echter maar een heel kleine minderheid zich uitgesproken voor een vliegerstaking. In ons land is dit woord nog niet gevallen. Maar de beide verenigingen hebben in hun eerste verklaring wel duidelijk gesteld dat zij "iedere verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid" weigeren te dragen. Dus...? Antwoord van Van Ameyden:"De verantwoordelijkheid ligt in eerste instantie alléén bij de maatschappij. En wij hebben het volste vertrouwen."

Het McLucas rapport

Een belangrijke rol in de diskussie speelt het zogeheten McLucas rapport van een door president Reagan ingestelde kommissie naar aanleiding van eenzelfde konflikt in de Verenigde Staten. Volgens dit rapport is de toevoeging van een derde man in de cockpit uit het oogpunt van veiligheid niet gerechtvaardigd. De KLM-direktie heeft het aspekt veiligheid na het bekend worden van deze konklusie niet meer in de projektgroep in bespreking gebracht. De vliegers zijn van mening dat dit onjuist is, omdat het McLucas rapport uitsluitend op de Amerikaanse omstandigheden en situatie slaat en daarom niet van toepassing is voor de A-310, die door de KLM in Europa, het Midden-Oosten en Noord-Afrika zal worden ingezet.
Waarom reageren de Amerikaanse vliegers dan niet op de volgens de VNV diskutabele konklusies van het rapport? De Amerikaanse vliegers hebben bij de instelling van de kommissie McLucas zich bij voorbaat verbonden akkoord te gaan met de konklusies. Dat verhindert hen nu er tegen in te gaan. "Maar ook uit de Verenigde Staten zullen bezwaren tegen de tweemans cockpit komen" meent VNV-voorzitter Van Vianen. De VNV verwerpt ook de Amerikaanse cockpit-filosofie, waarbij komputers aan boord bij niet goed funktionerende systemen "ingrijpen" en de vliegers dat pas merken als zij direkt de gegevens opvragen. Zelf kunnen zij dan niets meer doen. "Je mist de volledige kontrole over het vliegtuig, je hebt geen full command", aldus een van de VNV-bestuursleden.

Konfrontatie?

De beide partijen in het konflikt over de A-310 cockpit staan onverzettelijk tegenover elkaar. De KLM-direktie wenst niet te wijken, vooropgesteld dat het vliegtuig door de luchtvaartautoriteiten van Frankrijk en West-Duitsland en door onze Rijksluchtvaartdienst wordt goedgekeurd. Zij houdt vast aan haar eigen verantwoordelijkheid. Het kan in de komende twaalf maanden best nog wel hard toegaan, zeker als de vliegers in de internationale federatie van vliegerverenigingen, de IFALPA, één lijn trekken met hun Nederlandse kollega's en met het bestuur van Europilote, de overkoepelende organisatie in Europa. Waar het uiteindelijk op zal uitdraaien, laat zich moeilijk raden. Veel hangt af van de internationale reakties. Maar mogelijk loopt het konflikt toch uit op een juridische konfrontatie.

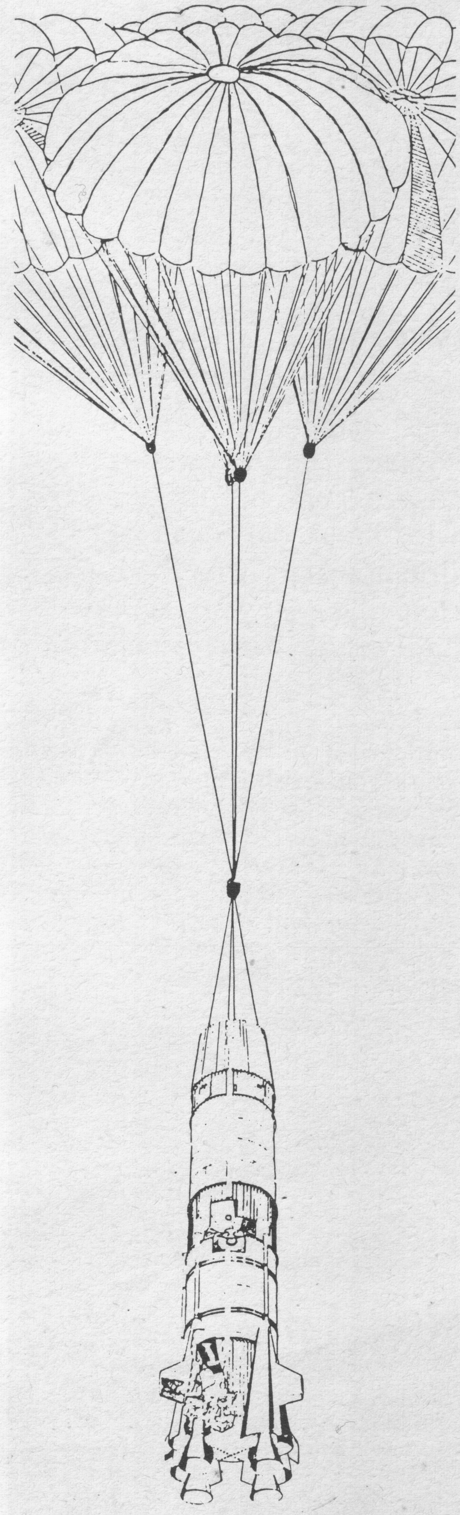
Airbus Industrie spreekt van een forward facing crew cockpit (FFCC). Dat is een misleidend begrip in de diskussie over de tweemans cockpit, want de vliegers hebben altijd met het gezicht naar voren gezeten, en ze zullen dat wel blijven doen ook. De term slaat vooral op de driemans versie, waarbij de boordwerktuigkundige niet aan een zijpaneel achter de vliegers zijn werk doet, maar op een naar voren gerichte stoel tussen de vliegers in, iets naar achteren. Het merendeel van de instrumenten die hij moet bedienen, vindt hij op een plafondpaneel en tussen de beide vliegerstoelen. Inmiddels is gekozen voor de tweemans cockpit, waarbij de vliegers alle handelingen van de boordwerktuigkundige moeten overnemen. Om dat te kunnen doen, heeft Airbus Industrie een stuurhut ontworpen met een zestal beeldschermen, komputersystemen, drukknoppen en een groot aantal lichtsystemen. De instrumenten op het "overhead panel" zijn zo gerangschikt dat de meest gebruikte knoppen en systemen onderaan zijn geplaatst en de minst gebruikte bovenaan.
Er is naar gestreefd het routinewerk zoveel mogelijk te automatiseren, de procedures te vereenvoudigen en de geestelijke belasting te verminderen. Door een heldere presentatie van de informatie heeft men het voor de vliegers gemakkelijker willen maken om snel storingen vast te stellen en deze ook sneller te kunnen korrigeren. Zolang alles goed funktioneert, blijven de meeste instrumenten en kontrolepanelen onverlicht, in tegenstelling tot wat vroeger gebruikelijk was. Alleen als er iets mis is, gaan de waarschuwingslichten aan. Voor de hele cockpit is een kleurenkode vastgesteld. Wit als iets uitgeschakeld is, okergeel als een van de vliegers mogelijk aktie moet ondernemen en rood met een geluidssignaal als direkt handelen vereist is. Zes kleurenbeeldbuizen geven allerlei informatie, grafisch of in teksten. Verder zijn er nog twee kleinere zwart-wit schermen met een toetsenbord op het centrale konsole tussen de vliegers in, voor de hefbomen om het vermogen van de motoren te regelen. Sommige beeldbuizen vervangen elektromechanische instrumenten die tot nog toe in de cockpit werden gebruikt. Het voordeel van de nieuwe elektronische instrumenten is dat zij meer gegevens tegelijk kunnen tonen, zoals bij de kunstmatige horizon waarbij snelheidsindikaties worden gegeven. Op de middelste schermen kan op diagrammen het funktioneren van allerlei systemen gekontroleerd worden. Op het linkerscherm kan de vlieger aflezen wat er mogelijk aan de hand is en wat moet worden gedaan.
Ondanks de hoge graad van automatisering blijft de vlieger het laatste woord houden en kan hij altijd zelf de volledige kontrole over het vliegtuig overnemen. De nieuwe elektronische instrumenten en komputers helpen hem echter snel beslissingen te kunnen nemen



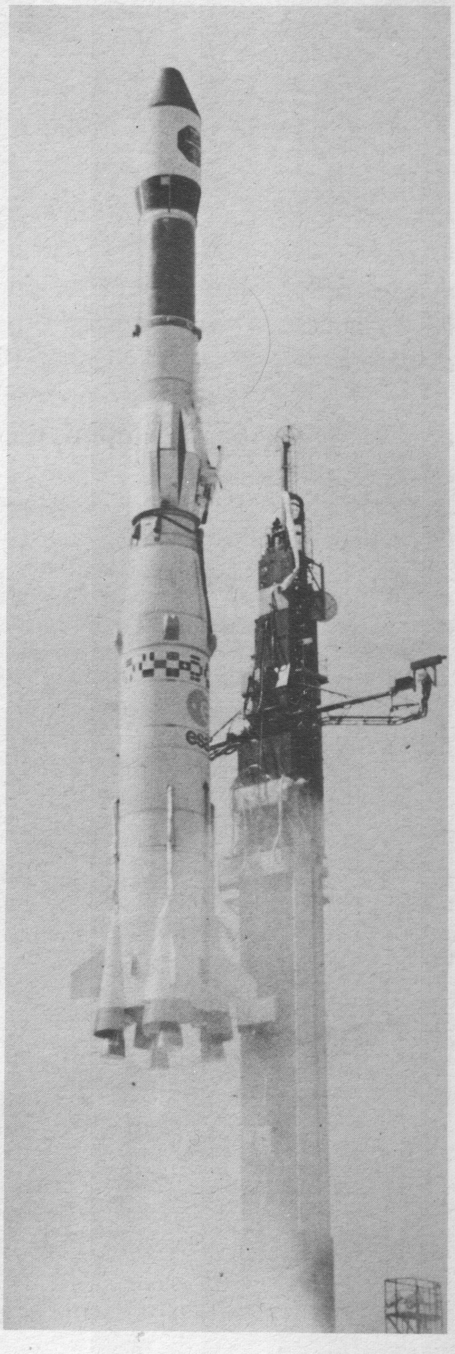
Ariane krijgt een parachute

GJ van Lonkhuyzen

Bij een van de komende Arianelanceringen zal de eerste trap van die raket aan parachutes naar de zee terugvallen. Dat wordt nog maar een proef om te zien hoe deze trap geborgen zou kunnen worden en misschien wel, geheel of gedeeltelijk, nog eens gebruikt. Een beetje in de stijl van de Space Shuttle denken nu ook de Europeanen aan het idee van herbruikbaarheid van hun dure materiaal. De proef zal moeten gaan uitwijzen hoe goed de Ariane er zich voor leent.



Bij Fokker op Schiphol wordt gewerkt aan het parachutepakket voor de Ariane. In een speciale tussenring tussen de eerste en de tweede trap zal dit pakket ondergebracht moeten worden. Dat die opdracht naar Fokker ging is logisch, Fokker bouwt namelijk de verbindingsstukken tussen de drie trappen van de Ariane. Het voorzichtig neerlaten van de eerste trap is geen eenvoudige zaak. Die trap wordt afgestoten op ruim 50 kilometer hoogte. Hij weegt dan nog ruim 13 ton. Hem de hele weg naar beneden aan parachutes te laten bengelen, wordt te ingewikkeld. Daarom is het zaak om het hele geval eerst een eind zomaar te laten vallen; dat kost niets en gaat heel vlug. Men heeft voorzien dat de trap twaalf sekonden lang vrij mag vallen. Maar dan gaat het spannen. Op ongeveer 6 kilometer hoogte begint het afremmen met het afschieten van een kogel. Die heeft een massa van 460 gram, bereikt een snelheid van ongeveer 50 meter per sekonde en trekt, aan een lijntje, de eerste hulpparachute los. Die trekt op zijn beurt dan een tweede hulpparachute los en die doet dat dan weer met de eerste "tussen"-parachute. Dit hele proces is op gang gebracht door de scheiding van de eerste en de tweede trap. Een touwtje tussen die raketdelen aktiveert de hele ontplooiing met een zogeheten barometrisch vertragingsmechanisme.
Als die eerste tussen-parachute zich ontvouwt, bevindt de eerste trap zich zeer zeker niet in een goede positie voor de afdaling aan het valscherm. Om die reden heeft men de bevestiging van de lijnen met de rem- en tussen-parachutes aan de wand van de tussenring vast gemaakt. Dat heeft tot resultaat dat de eerste trap gedwongen wordt naar een vertikale stand te kantelen. De tussen-parachute maakt de remparachutes overbodig en die laten los.
Het straktrekken van de parachutelijnen aktiveert de tweede barometer. Die zorgt er, op zo'n vier kilometer hoogte, voor dat het lijntje dat aan de rand van de ring vast zit, wordt losgekapt. De tussen-parachute trekt nu zelf het hoofdpakket los. Dat begint weer met een (tweede) tussen-parachute, die aanvankelijk niet volledig kan ontplooien. Een reeflijntje zorgt ervoor dat de parachute iets meer dan twintig sekonden maar tot de helft ontplooit. Dan bevindt de rakettrap zich op ongeveer 3500 meter hoogte. De maximale "slinger" van de eerste trap is dan nog slechts twintig graden. Daarna breekt de reeflijn, ontvouwt de parachute zich verder en zorgt ook voor verdere snelheidsvermindering. Op ongeveer 2000 meter hoogte wordt het laatste pakket van vier grote parachutes losgetrokken. De tussen-parachute wordt losgelaten en de vier hoofdparachutes zorgen voor de laatste afdaling. Dat gebeurt ook weer eerst met gereefde parachutes, tot een hoogte van 1600 meter.
De plons in zee komt tenslotte met een snelheid van 12,5 meter per sekonde.





Eastern was de eerste luchtvaartmaatschappij die in het voorjaar van 1972 de TriStar in dienst nam. Spoedig noemde zij haar nieuwe aanwinst "Whisperliner" vanwege de lawaaiarme en rookloze Rolls Royce RB.211 straalmotoren.

Lockheed stopt met TriStar

Pieto van Buysen

Het gaat slecht in de burgerluchtvaart. Dat heeft de Amerikaanse vliegtuigfabriek Lockheed onlangs als een van de eersten aan den lijve ondervonden. Zoals bekend heeft zij eind verleden jaar moeten besluiten om in 1984 te stoppen met de produktie van haar paradepaard, de driemotorige "wide body" L-1011 TriStar. Hoewel de orderportefeuille nog voorziet in de aflevering van 24 toestellen, bleek dat een te wankele basis om door te gaan.

Op zich lijkt het verkoopsukses van de TriStar niet ongunstig, maar de tussenpozen die tussen de aflevering van de toestellen aan diverse klanten zijn komen te liggen, zijn te lang geworden om een kontinue produktie rendabel te houden. Zo heeft Lockheed de afgelopen zes jaar op de TriStar al een verlies moeten inkasseren van ruim twee miljard gulden. Alleen een opleving van de markt zou de zaken nog ten goede kunnen keren. De vooruitzichten daarop zijn echter zeer onzeker, omdat enerzijds de ekonomische teruggang het luchtvervoer sterk doet achterblijven op de prognoses en anderzijds de hoge brandstofprijzen het vliegen ook duur maken. Verder speelt op de Amerikaanse markt, die voor bedrijven als Lockheed, maar ook Boeing en McDonnell onontbeerlijk is, nog iets anders een rol. In 1978 besloot de toenmalige Amerikaanse regering de monopoliepositie van de luchtvaartgiganten op te heffen en kleinere maatschappijen toe te laten tot het exploiteren van grotere vliegtuigen. Deze maatregel die te boek staat als "de-regulation" heeft betrekking op de zogeheten "commuters" die zich nu konden gaan toeleggen op het vervoer over korte afstanden met toestellen voor meer dan 30 passagiers. Er ontbrandde toen een heftige konkurrentiestrijd die tot gevolg had dat de grote luchtvaartmaatschappijen met overkapaciteit kwamen te zitten, en dat deed hun toch al niet rooskleurige financiële positie verder verslechteren.

Deze gang van zaken heeft natuurlijk ook invloed op Lockheed's konkurrenten Boeing en McDonnell, maar die hebben er voor wat de verkoop van hun "wide bodies" betreft toch minder last van. Zo heeft McDonnell Douglas tot nu toe 409 DC-10's weten af te zetten, terwijl Boeing 586 747 Jumbo's aan de man wist te brengen. Tegen deze aantallen steekt het verkoopcijfer van Lockheed met 242 TriStars wel wat schril af.



Regelmatig kan men de TriStar op Schiphol in de beschildering van Gulf Air en British Airways aantreffen. In dit geval gaat het om een exemplaar van laatstegenoemde maatschappij die we hier in de start zien afgebeeld. Foto Pieto van Buysen

Driemotorig

Oorspronkelijk voorzag het ontwerp (CL 1011-28) van de TriStar in een tweemotorige uitvoering van maximaal 250 passagiers, bestemd voor korte afstanden. Op een gegeven moment liet American Airlines weten belangstelling te hebben voor een nieuw type verkeersvliegtuig dat om te beginnen non-stop van Chicago naar Los Angeles moest kunnen vliegen. Daarnaast moest het met maximale belading van relatief korte banen kunnen opereren. Om aan deze wensen tegemoet te komen, moesten de Lockheed-konstrukteurs het ontwerp drastisch herzien. Uiteindelijk resulteerde dat voornamelijk in de wijziging van een twee- in een driemotorig type. Dit geheel herziene ontwerp kreeg vanaf dat moment de type-aanduiding L-1011- 1. Op 29 maart 1968 werd uiteindelijk besloten om de TirStar in serie te gaan bouwen. Met de montage van het eerste exemplaar kon al vijftien maanden later begonnen worden. Daarbij werd direkt gebruik gemaakt van seriegereedschap, zodat niet gesproken kan worden van de bouw van een prototype.
Geheel volgens plan kon Lockheed op 1 september 1970 haar eersteling van een geheel nieuwe generatie verkeersvliegtuigen aan de wereld tonen. Op dat moment voorzag de orderportefeuille in meer dan 180 verkochte TriStars. Toen echter McDonnell Douglas de produktie van haar "wide body" DC-10 eenmaal op volle toeren had draaien, liep de verkoop van de TriStar sterk terug, ondanks dat menig vlieger zich lovend over de vliegeigenschappen van dit toestel uitliet. Er moeten dus duidelijk andere oorzaken aan te wijzen zijn waarom de verkoop van de TriStar rond de eerste aflevering aan Eastern Airlines (5 april 1972) begon te stagneren.

Motordrama

Tijdens de ontwikkelingsfase werd tussen Rolls Royce (Groot-Brittannië), General Electric (VS) en Pratt&Whitney (VS) een bikkelharde konkurrentiestrijd uitgevochten om de motoren voor de TriStar te mogen leveren. In eerste instantie ging het om een aanlooporder van 450 motoren bestemd voor 150 toestellen, ter waarde van ruim 200 miljoen Britse ponden (naar de waarde van 1968). Dat Rolls Royce deze order in de wacht wist te slepen met haar in ontwikkeling zijnde RB.211 straalmotor, was voornamelijk gebaseerd op technische gronden. De RB.211 werd namelijk

Op 16 november 1970 onderging de eerste TriStar vanaf Palmdale in Californië zijn ruim twee uur durende luchtdoop. Ook voor Rolls Royce was dit een historisch moment omdat de RB.211 motor nog nooit eerder een vliegtuig had aangedreven. De foto toont TriStar nummer 1 in de start.



aangeboden als een lichter en zuiniger type bij gelijk motorvermogen dan de beide Amerikaanse motoren van de konkurrenten. Bovendien was de Britse motor ook nog goedkoper in aanschaf, ook al verlaagde General Electric haar CF-6 motor in de slotronde nog sterk in prijs. Niemand kon toen vermoeden dat de RB.211 nagenoeg de ondergang van Rolls Royce zou gaan betekenen. Het ontwikkelen van een heel nieuwe motor is vandaag de dag een even riskante onderneming als het ontwerpen van een heel nieuw type vliegtuig. Zo kon de wereld rond de eerste vlucht van de TriStar (op 16 november 1970) kennis nemen van de kapitale misrekening die Rolls Royce met de RB.211 had begaan. Waren aanvakelijk de ontwikkelingskosten op 65 miljoen pond geraamd, spoedig bleek dat die raming aan de veel te optimistische kant was. Uiteindelijk zou het hele ontwikkelings programma 170 miljoen pond verslinden. Deze kolossale blunder bracht Rolls Royce op de rand van de afgrond. Alleen overheidssteun kon het bedrijf nog redden, en dat gebeurde dan ook in 1971. Deze gang van zaken deed adspirant kopers van de Tristar natuurlijk een afwachtende houding aannemen. Bovendien dook tegelijkertijd binnen het Lockheed-concern nog een ander probleem op. De produktie van het grootste transportvliegtuig ter wereld, de C-5A Galaxy, slokte meer geld op dan voorzien was. Besprekingen met de Amerikaanse regering om dit verlies gekompenseerd te krijgen, liepen op niets uit. Lockheed moest toen een verlies post van 200 miljoen dollar inkasseren. Ook deze gebeurtenis straalde nadelige invloed uit op de toekomstige TriStarverkoop.



De RB.211 motor voor de Lockheed TriStar is indertijd in de lucht beproefd, bevestigd aan een VC-10. Hij zat aan de linker vleugelhelft en verving daar de twee Conway-motoren die er gewoonlijk zitten.

Versies

Hoewel in de loop van de jaren talrijke uitvoeringen van de TriStar zijn gelanceerd, hebben slechts vier stuks het produktiestadium bereikt. Naast het eerste model, de L-1011-1, zijn dat de L-1011-100/ -200/-500 geweest, waarvan de eerste exemplaren in respektievelijk 1975, 1977 en 1979 in dienst werden genomen. Het model-100 heeft een krachtiger RB.211 motor dan zijn voorganger, waardoor het toestel over betere starteigenschappen beschikt. In verband met een groter vliegbereik zijn tevens extra brandstoftanks in de middenvleugel ingebouwd; die tanks hebben een inhoud van ruim 10.000 liter. Speciaal voor het opereren van hoog gelegen vliegvelden of van startbanen die zich in tropische gebieden bevinden, ontwierp Lockheed het model-200 van de TriStar. Dit interkontinentale type onderscheidt zich van zijn voorgangers door uitmuntende start- en klimkapaciteiten. Dat is voornamelijk te danken

Air Canada behoort tot een van de recente klanten van de TriStar 500. Bij de produktie van deze "wide body" zijn ongeveer 1700 fabrieken betrokken.





De TriStar 500 tijdens een van zijn eerste testvluchten. Het toestel is geschilderd in de kleuren van Panam.

aan de nog krachtiger motoren dan die van het model-100. Ten opzichte van dat toestel beschikt de 200 over 8100 kilo meer stuwdruk. Uiterlijk wijken de 100 en de 200 niets van elkaar af, maar het interieur van beide toestellen vertoont weinig overeenkomst meer.
Tenslotte lanceerde Lockheed in het midden van de jaren zeventig de TriStar 500, waarvan de eerste machine op 16 oktober 1978 zijn luchtdoop onderging. Na een omvangrijk vliegprogramma werd het bewijs van luchtwaardigheid uitgereikt. Op 7 mei 1979 kon de eerste TriStar 500 door British Airways in dienst worden genomen. Deze uitvoering van de TriStar kenmerkt zich in de eerste plaats door verlengde vleugeltippen met de zeer geavanceerde automatisch bediende rolroeren. Met deze roeren wordt bereikt dat de optredende buigmomenten in de vleugel ten gevolge van turbulentieverschijnselen zo gering mogelijk blijven. Dankzij dit technologisch hoogstandje kan een brandstofbesparing van drie procent bereikt worden. Verder is de romplengte van de 500 ruim vier meter ingekort, hetgeen het maximum te vervoeren aantal passagiers terugbrengt van 400 naar 300.

Brandstofbesparend

Toen de TriStar nog bij lange na geen kassukses aan het worden was, ging men bij Lockheed niet bij de pakken neerzitten, Integendeel, men zette alles op alles om ideeën uit te werken die brandstofbesparend zouden werken. Van de operationele kosten van de TriStar komt 55% immers voor rekening van de brandstof. Wanneer de brandstofprijzen sneller gaan stijgen dan de loonkosten wordt het de moeite waard naar zuiniger motoren om te kijken; die motoren zijn immers in aanschaf altijd duurder. Voordat ze eenmaal beschikbaar zijn, is men weer ettelijke jaren verder. Dat vormde voor Lockheed evenwel geen belemmering om met zowel Rolls Royce als General Electric kontakt op te nemen voor de levering van geheel nieuwe straalmotoren. Beide fabrieken bleken bereid geld te steken in het uitvoeren van studies. Naast die aktiviteiten hield men zich bij Lockheed ook uitvoerig bezig met het uitdokteren van allerlei veranderingen die op papier tot een maximale brandstofbesparing van ongeveer 10% zouden kunnen leiden. Dat moest te bereiken zijn door allereerst de bestaande motoren nog zuiniger te maken. Voorts zocht men mogelijkheden in het toepassen van komposietmaterialen, weerstand verlagende verbeteringen, een betere zwaartepuntsbeheersing en dergelijke. In hoeverre al deze veranderingen nog uitgevoerd zullen worden, blijft een vraag nu Lockheed besloten heeft de produktie van de TriStar in 1984 te stoppen.



De TriStar is gekocht door luchtvaartmaatschappijen uit zo'n dertien verschillende landen. Hier een TriStar 200 van de Saoedische luchtvaarmaatschappij.

Toekomst Thunderbirds onzeker na ongeluk

Dick van der Aart

De toekomst van het bekende Thunderbirds stuntteam van de Amerikaanse luchtmacht is hoogst onzeker geworden door een ongeluk, waarbij vier van de zes Thunderbirdvliegers omkwamen.

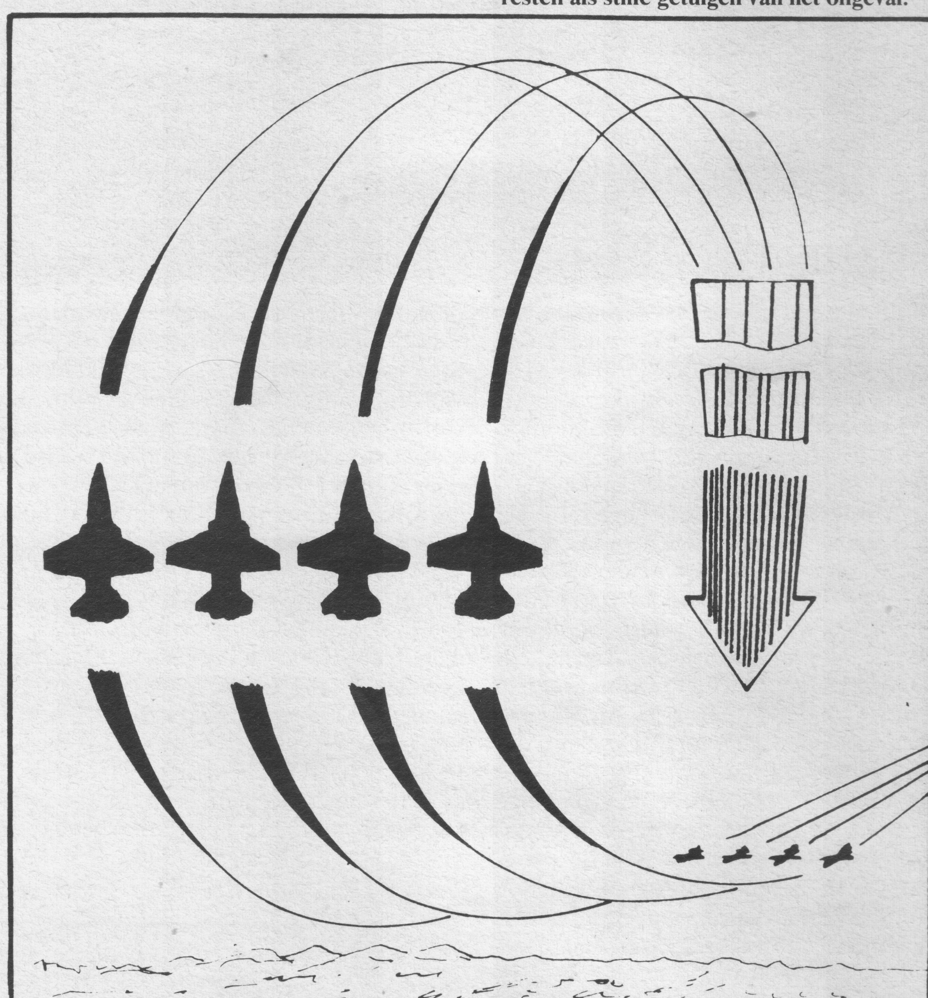
Door een nog niet opgehelderde oorzaak doken vier Northrop T-38 Talons van het stuntteam op 18 januari bij de vliegbasis Indian Springs in de woestijn van Nevada de grond in. De toestellen kwamen uit een zogeheten "line abreast loop" (zeg maar een looping in een dichte zij-aan-zij formatie) en trokken niet tijdig genoeg op. Normaal is het dat de vliegers op dertig tot zestig meter boven de grond weer horizontaal komen. De Thunderbirdvliegers volgen daarbij de bewegingen van de leider van het team.

De "line abreast loop" wordt niet beschouwd als een gevaarlijke vliegmanoeuvre. De Thunderbirds hadden dit deel van hun uitgebreide vliegshow al meer dan driehonderd maal zonder ongelukken uitgevoerd. De crash bij Indian Springs is de ergste uit de 29-jarige geschiedenis van de Thunderbirds en velen denken dat het tevens de doodklap is voor de Amerikaanse precisievliegerij.

De Amerikaanse luchtmacht had eind februari nog geen besluit genomen over het voortbestaan van de Thunderbirds. Met de twee overblijvende vliegers is het mogelijk een nieuw team op te bouwen, maar het nieuwe "showseizoen" (dat in maart zou beginnen) kan men wel vergeten. De kosten, ongeveer 15 miljoen gulden per jaar, zullen voor de luchtmacht geen grote belemmering zijn. Tenslotte beschikt de Amerikaanse marine over een eigen aerobatisch team (de Blue Angels met zeven A-4J Skyhawks en een TA-4J Skyhawk trainer) en de luchtmacht kan dan moeilijk achterblijven. Het aantal doden bij de Thunderbirds -negentien in de afgelopen 29 jaar- geeft echter méér te denken. Niettemin, de overblijvende twee vliegers en 74 andere personeelsleden willen graag doorgaan.

Show wekt vertrouwen

De geschiedenis van de Thunderbirds begint in mei 1953, toen de USAF de 3600ste Air Demonstration Flight vormde met een aantal Republic F-84G Thunderjets. De vliegbasis Luke in Árizona was de eerste thuisbasis van het vliegdemonstratieteam, dat vooral was opgericht om nieuwe vliegers meer vertrouwen te geven in die eerste "duivelse straalkisten". De vliegveiligheid was in die tijd ver te zoeken, getuige het grote aantal ongelukken met de eerste generatie straalvliegtuigen. Dat ook het publiek van de demonstraties genoot, was een aantrekkelijke bijzaak. Begin 1955 schakelden de Thunderbirds over op de pijlvleugelige Republic F-84F Thunderstreak, waarmee precies een jaar werd gevlogen.

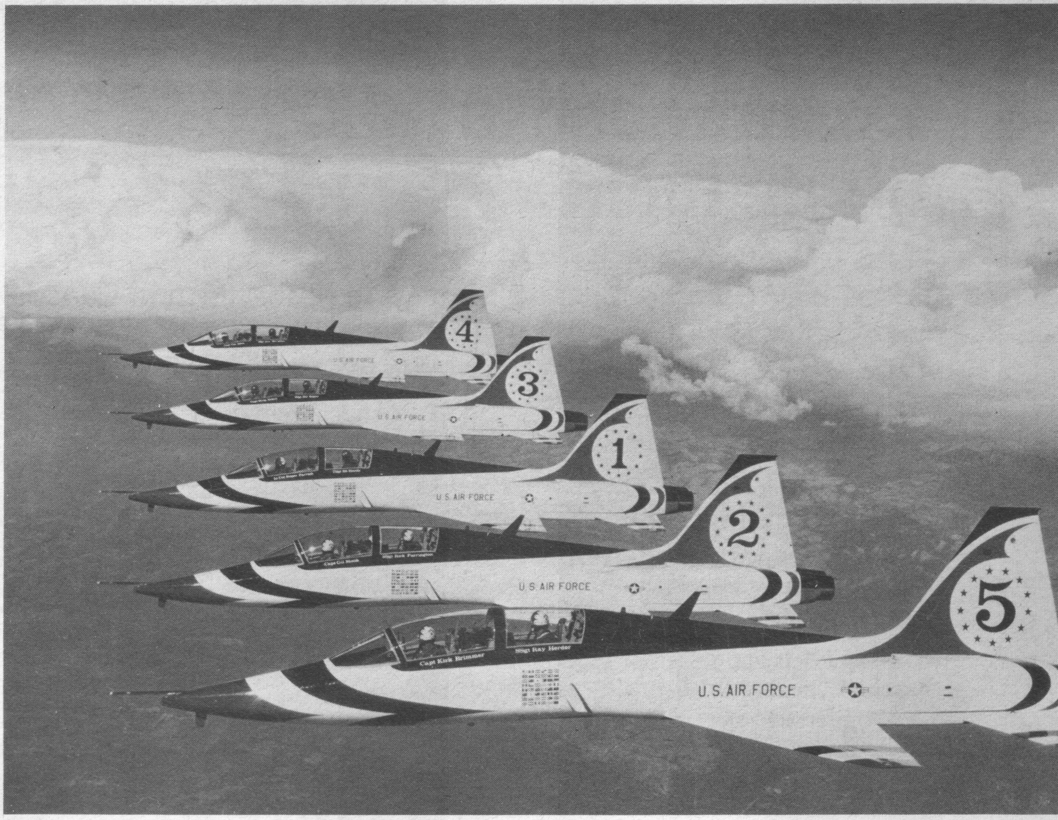


Zo ging het mis: de Thunderbirds wisten bij de afsluiting van een loop niet tijdig weer op te trekken. Vier diepe voren in het woestijnzand rond het vliegveld bij Indian Springs resten als stille getuigen van het ongeval.



Het paradepaardje van de Thunderbirds was jarenlang de North American F-100 Super Sabre. Op deze foto een tweepersoons F-100F, waarin fotografen en bezoekers konden meevliegen. Foto Dick van der Aart

Vijf T-38 Talons van het befaamde Amerikaanse precisievliegteam Thunderbirds in een nauwe formatie. Foto Northrop



Super Sabre

De kist waarmee de Thunderbirds wereldbekendheid kregen, was de North American F-100C Super Sabre. Twaalf jaar werd met deze slanke jager gevlogen met de vliegbasis Nellis in Nevada als thuishaven. In 1964 was het tijd voor een nieuwe verandering, maar (zo bleek later) een wat minder geslaagde. Tot verrassing van iedereen kreeg het stuntteam de beschikking over de Republic F-105 Thunderchief, een zware jachtbommenwerper. De F-105 bleek niet zo geschikt voor het nauwe formatiewerk, waarbij de vleugeltips van de Thunderbirdtoestellen soms maar decimeters van elkaar verwijderd waren. Tijdens de zesde show met de F-105 op de vliegbasis Hamilton verongelukte een van de zes Thunderbirdvliegers dodelijk en dat was het sein voor een snelle terugkeer naar de Super Sabre, in dit geval de krachtiger F-100D. Overigens moet voor de eerlijkheid gezegd worden dat ook in de Super Sabres piloten zijn verongelukt: in totaal acht in de zestien jaar dat de Thunderbirds met deze kist hebben gedemonstreerd.

Zuinige T-38 trainer

In 1968 schakelde het demonstratieteam over op de tweemotorige F-4E Phantom. De Phantom was krachtig en goed geschikt voor het maken van spektakulaire manoeuvres. Het grote nadeel van deze jager was echter het hoge brandstofverbruik van de sterke motoren, die de zware F-4E moesten voortstuwen. In 1974 besloot de Amerikaanse luchtmacht voor het eerst de Thunderbirds uit te rusten met een zuinig supersonisch lesvliegtuig, de Northrop T-38 Talon, de standaardtrainer van de USAF. De praktijk heeft uitgewezen dat vier T-38's evenveel kerosine verbruiken als één Phantom. Voor het ongeluk in januari van dit jaar beschikte het demonstratieteam over zeven Talons. Drie waren er voor die tijd al verongelukt.

Zes shows slechts vlogen de Thunderbirds in 1964 met de veel te zware Republic F-105 Thunderbird jachtbommenwerper. Hier een historische plaat van twee F-105's tijdens een enge formatievlucht. Foto Republic



Joegoslavië koopt Canadair CL-215 toestellen

Bosbrandbestrijding uit de lucht

Hans Engelman

Joegoslavië heeft voor het bestrijden van bosbranden in Canada vier Canadair CL-215 vliegtuigen gekocht. Inmiddels zijn al twee van die toestellen afgeleverd. De twee andere vliegtuigen zullen nog voor de zomer, wanneer het "bosbrand-seizoen" begint, aan Joegoslavië worden overgedragen. Behalve voor het bevechten van bosbranden zullen de vier amfibie-vliegtuigen ook worden ingezet voor milieubeschermingstaken en voor het uitstrooien van verdelgingsmiddelen tegen insektenplagen in de bossen.

De CL-215 is een tweemotorige "amfibische" vliegboot; hij is uitgerust met een onderstel met wielen zodat ook vanaf land geopereerd kan worden. Het vliegtuig dat oorspronkelijk is ontwikkeld om bosbranden te "bombarderen" met grote hoeveelheden water, wordt nu geleverd voor meervoudig gebruik, bijvoorbeeld als sproeivliegtuig, maar ook voor zoek- en reddingsakties, transportdoeleinden en milieubewaking. Joegoslavië zal de CL-215's ook gaan gebruiken als stranden door olievervuiling bedreigd worden.

In Canada worden deze vliegtuigen intensief gebruikt. Hetzelfde is het geval in een reeks van andere landen waaronder Frankrijk, Spanje, Griekenland, Thailand en Venezuela.

De CL-215 wordt gebouwd bij Canadair, die er inmiddels al 69 heeft verkocht. Men verwacht bij het bedrijf dat het vliegtuig nog jaren in produktie zal zijn. Behalve de waterbommenwerper bouwt Canadair ook het "Challenger" zakenvliegtuig, waarvoor inmiddels 198 orders in de boeken zijn bijgeschreven. De president van Canadair, Frederick R. Kearns, verwacht dat de totale verkoop van de Challenger in de komende tien à vijftien jaar boven de 500 zal uitkomen. Kearns zei dit toen Canadair kon aankondigen dat de waarde aan orders en opties voor het eerst in de geschiedenis van het Canadese bedrijf de 2 miljard dollar was gepasseerd.

Canadair maakt verder onbemande bespiedersystemen en werkt als toeleveringsbedrijf mee aan de produktie van komponenten voor allerlei vliegtuigprogramma's, zoals de Aurora (de Canadese uitvoering van de Lockheed "Orion"), de F-18, de EF-111A, de F-15, de F-5, de Galaxy en in de civiele sektor voor de Boeing 747SP en de nieuwe 767.



Nieuws in fotovlucht

Afscheid van de Otter

De Canadese strijdkrachten nemen afscheid van de De Havilland Canada DHC-3 Otter. Dit toestel, waarvan de Canadese luchtmacht er eens 69 bezat, gaat na dertig jaar trouwe dienst als transport- en hulpvliegtuig (vooral in het poolgebied) met pensioen. De Otter, de grotere broer van de DHC-2 Beaver, waarmee ook de Nederlandse luchtmacht heeft gevlogen, kreeg zijn luchtdoop op 12 december 1951. In totaal zijn er 460 gebouwd voor zowel kommerciële als militaire taken. Alle Otters konden worden voorzien van normale wielen, drijvers of ski's. De eenmotorige Otter vliegt nu nog bij de strijdkrachten van Colombia, Ethiopië, India, Indonesië, Panama en Paraguay. DvdA.



USAF wil meer Galaxy's

De Amerikaanse luchtmacht heeft onlangs tot grote verbazing van McDonnell Douglas besloten vijftien nieuwe exemplaren te kopen van de Lockheed C-5A Galaxy, aan te duiden als C-5N. McDonnell was vorig jaar winnaar geworden van de USAF inschrijving voor een nieuw strategisch transportvliegtuig voor de Amerikaanse "Snelle Interventiemacht". In januari van dit jaar liet het Pentagon de C-17 van McDonnell echter vallen als een baksteen en gaf de voorkeur aan het heropenen van de produktielijn van de veel grotere Galaxy van Lockheed. Dat is het grootste straaltransportvliegtuig ter wereld. DvdA.



Luchtdoop Boeing 757

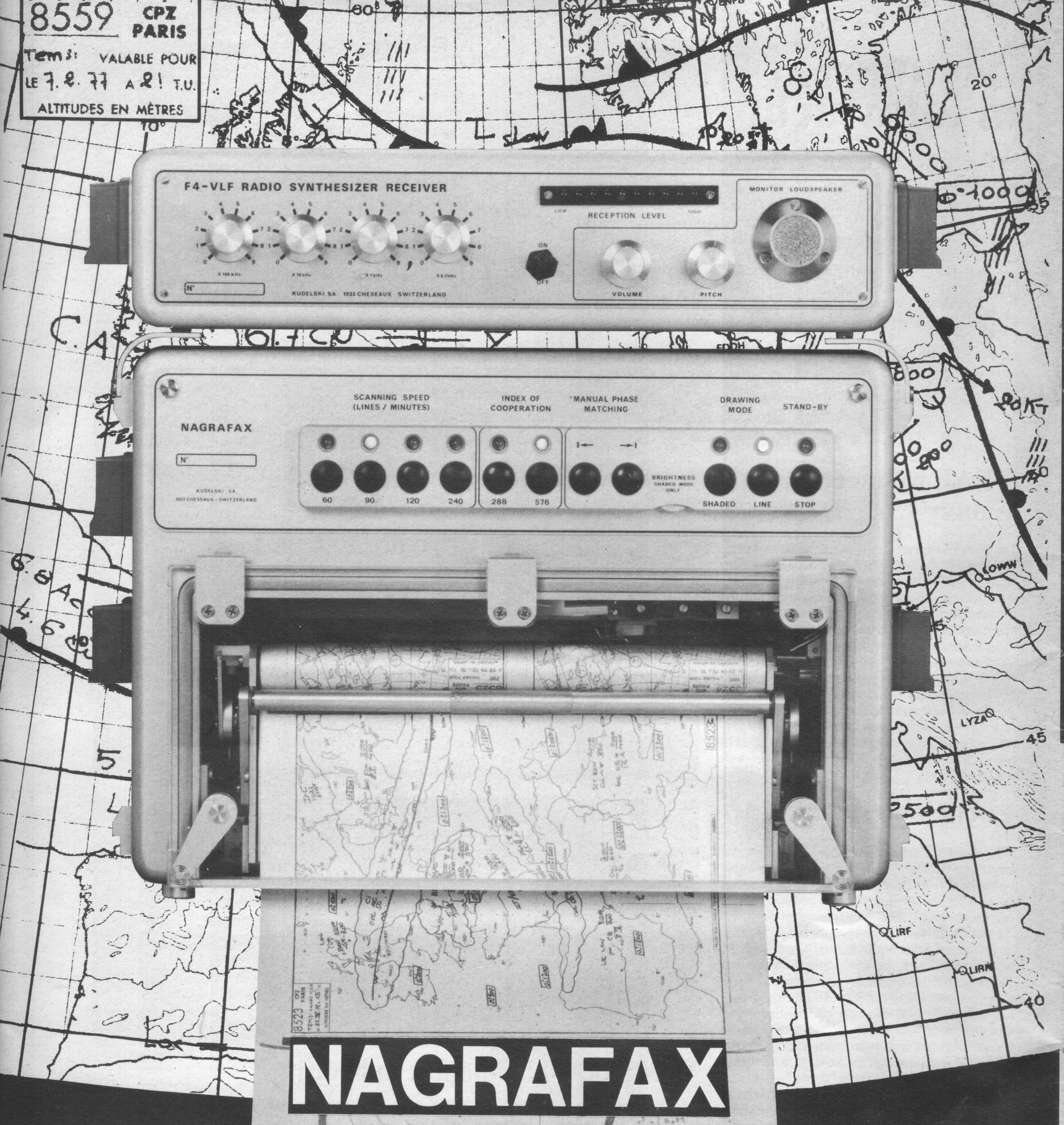
Het nieuwste troetelkind uit de Boeingstal heeft op vrijdag 19 februari de eerste suksesvolle proefvlucht gemaakt. Het blauw-wit geschilderde toestel was twee-en-een-half uur in de lucht. De vliegers waren John H. Armstrong, testvlieger voor het 757-programma, en S.L. Wallick, chef testvlieger en hoofd van het proefvluchtcentrum van Boeing. Het tweemotorige toestel vertrok van Renton, waar een van de Boeingfabrieken is gevestigd. Duizenden medewerkers van het bedrijf stonden op de grond en de daken om met hun juichkreten het nieuwe, bijna 90 miljoen gulden kostende, Boeingprodukt een goede eerste vlucht te wensen. De 757 is het antwoord van de Amerikaanse fabriek op de behoefte van de luchtvaartmaatschappijen aan een brandstofzuinig vliegtuig voor de korte tot middellange afstand. Volgens Boeingofficials kan het nieuwe toestel tot 45% zuiniger zijn dan de oude versie van de Boeing 727, die het zal moeten gaan vervangen. Tot nu toe heeft Boeing 136 definitieve orders voor de 757 in huis, en opties op nog eens 71 stuks. Na de proefvlucht landde de 757 op het fabrieksvliegveld Paine, ten noorden van Seattle, waar het testcentrum van Boeing gevestigd is. HE.



Westland 30 helikopter in bedrijf

Begin dit jaar is de eerste Westland 30 helikopter overgedragen aan British Airways Helicopters. Deze Engelse maatschappij zal twee Westland 30 wentelwieken inzetten voor passagiersdiensten en voor vluchten naar booreilanden. De nieuwe helikopter, die een ruime "wide body" kabine heeft, kan zestien passagiers meenemen, of een flinke hoeveelheid vracht. Hij wordt voortgestuwd door twee Rolls Royce Gem motoren en bereikt een kruissnelheid van ongeveer 240 km per uur. De nieuwe Engelse helikopter is verder ook besteld door de Amerikaanse operator Airspur in Los Angeles. Van de zes gekochte machines zullen er eind dit jaar drie aan Airspur worden afgeleverd. DvdA.





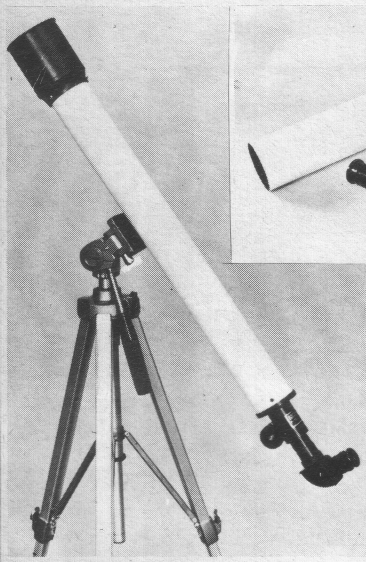
’s Werelds kleinste weerkaarten recorder. Een minimum aan mechanische onderderdelen garanderen een hoge mate van betrouwbaarheid en maken intensief onderhoud overbodig.

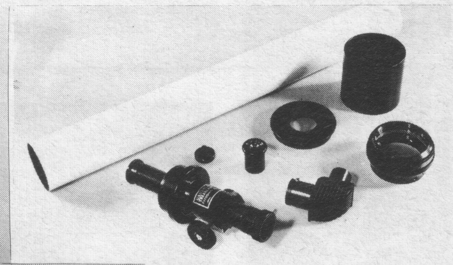
- Laag stroom verbruik;
- Onbeperkt houdbaar papier;
- Schakelt automatisch aan en uit;
- Schok en vocht ongevoelig;
- Verschillende ontvangers leverbaar;
- Sateliet ontvanger in voorbereiding.

CAPI-LUX
VAK APPARATUUR MATERIAAL LABORATORIUM

BASISWEG 42 - 1043 AP AMSTERDAM
POSTBUS 8189 - 1005 AD AMSTERDAM
TELEFOON: 020 - 111555

ZEER GOEDE TELESKOPEN in bouwpakket





Het bouwpakket bestaat uit:

1 witgelakte kunststof teleskoopbuis,
1 lens (achromaat met luchtscheiding) in vatting,
1 dauwkap,
1 fokusseerinrichting, scherpstellen met tandheugelkonstruktie,
1 zakje bevestigingsschroeven,
1 montagehandleiding + tips.
1 okulair 12½ mm,
1 zenitprisma,
1 moer ter bevestiging op een fotostatief,

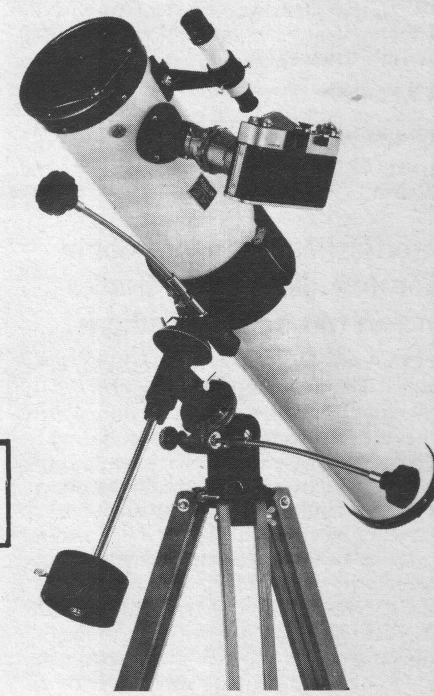
Type 600/50: lens 50 mm, brandpunt 600 mm, vergroting 48×. Andere okulairen (sterkere vergr.) leverbaar.
Prijs 112,50.

Type 700/60: lens 60 mm, brandpunt 700 mm, vergroting 56×. Andere okulairen leverbaar (sterkere vergr.).
Prijs 159,50.

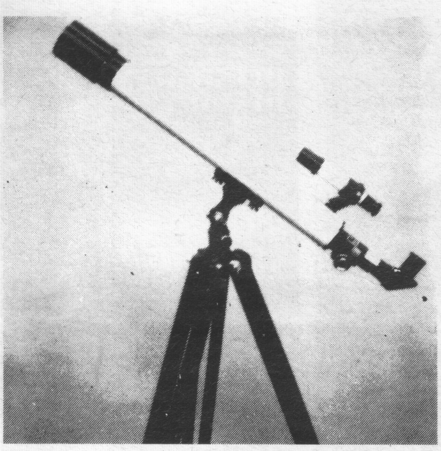
BESTELLEN door overmaking van het verschuldigde op giro **636150** t.n.v. *Mens en Vrijetijd* te Huizen-Nh.

NEWTONTELESKOOP op parallaktische montering

Spiegelobjektief 115 mm. Brandpunt 900 mm.
Openingsverhouding 7,8 dus een lichtsterke teleskoop waarmee vooral zwakkere hemelobjekten, zoals nevels en melkwegen, beter waargenomen kunnen worden en relatief korte belichtingstijden bij fotografie toegepast kunnen worden.
Kompleet met zoeker 5×20, H20 en H6 okulairen (vergrotingen van 45x en 150x) en een Barlowlens. Het tussenstuk (adapter) tussen teleskoop en kamera is los verkrijgbaar voor 87,–.
Elektrische aandrijving is eveneens apart leverbaar voor 425,– inklusief de regelunit.
De afgebeelde kamera behoort niet tot de levering.
Prijs van deze teleskoop voor A&K-lezers slechts 629,=.
Normale prijs 695,=.



UNIVERSELE TELESKOOP



Lens 50 mm, brandpuntsafstand 600 mm, met sublieme scherpte. Vergrotingen van 50× en 100×. Kompleet met zoeker, twee okulairen en een zenitprisma.

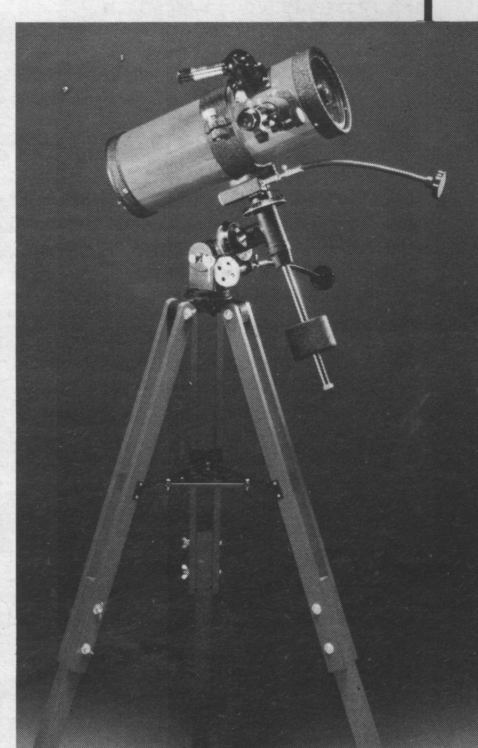
Fokusseerinrichting voor het scherpstellen via tandheugelsysteem. Uitmuntend geschikt als telelens.

f 235,–

(normaal *f* 280,–), hetgeen een voordeel is van 45 gulden.
De teleskoop is gemonteerd op een inklapbaar houten statief.

NIEUW

"Compactor" Newtonteleskoop volgens het catadioptrisch systeem. De bouwlengte is de helft van een normaal Newtonsysteem, dus ook lichter. De buis is geheel gesloten hetgeen stofvrij zijn garandeert. Belangrijk is dat bij deze korte bouw nog minder trillingen optreden.
Specifikaties:
D=114 mm, F=1000 mm, scheidend vermogen 1.02 boogsek, okulairen 6 en 20 mm, houten driepoot, e.a. accessoires.
Prijs A&K 975,–



Lezersservice A & K

A&K-Winkel en voorlichting: Gooilandweg 5, Huizen-NH.

BESTELLEN door overmaking van het verschuldigde op giro **636150** t.n.v. *Mens en Vrijetijd* te Huizen-Nh.

PRIJZEN zijn inklusief de verzendkosten. In Huizen afgehaald een korting van 10% op boeken en voor instrumenten het reële bedrag van de verzendkosten.

BELGIË: bestellen door betaling via een internationaal postwissel of Eurocheque.

ADRES: Gooilandweg 5A te Huizen-Nh, 200 meter vanaf het busstation (boerderij hoek Industrieweg)

TELEFOON: 02152-58388

OPENINGSTIJDEN: Maandag t.e.m. vrijdag van 09 tot 16.30, zaterdag van 09 tot 15.30 uur.

Vrijetijdsbesteding of hobbie: méér dan alleen maar het kopen van wat er voor nodig is!

Een van de doelstellingen van de stichtingen *Mens en Wetenschap* en *Mens en Vrijetijd* is, om de vrijetijdsbesteding - in de ruimste zin - te bevorderen en maximale voorlichting te geven over aan te schaffen instrumenten, apparatuur en literatuur. Tevens alle nazorg en hulp na het aankopen van instrumenten en apparatuur via *LEZERSSERVICE A&K*. De meeste benodigde instrumenten en apparatuur zijn via de al ruim 9 jaar bestaande *LEZERSSERVICE A&K* verkrijgbaar. De door die verkopen verworven financiële middelen worden dan ook uitsluitend aangewend om de uitgebreide voorlichtings- en nazorgaktiviteiten te bekostigen.
Beide stichtingen staan garant voor een, als het ware levenslange, begeleiding van uw hobbie. Maar ook bij studie kan een beroep worden gedaan op de vele mogelijkheden die onze organisatie heeft.
LEZERSSERVICE A&K is er, omdat de partikuliere handel in de regel niet kan voldoen aan de eisen die gesteld mogen worden aan een goede, blijvende en deskundige voorlichting, nazorg en begeleiding van die specifieke vrijetijdsbesteding.



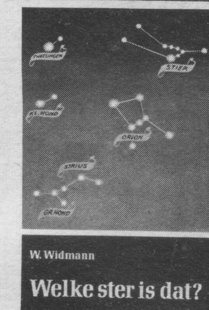
Hallwag sterrenkaart
Kleurenkaart 125x85 cm met viertalig boekje.
Bestelno.80-11 18,00



Vierkleurenkaart van Mars
Bestelno.80-12 18,00



Maankaart
Bestelno.80-13 18,00



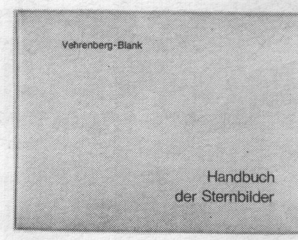
Welke ster is dat?
Handig, duidelijk en overzichtelijk.
Bestelno.80-26 13,95



Ontstaan en levensloop van sterren
Informatie over de materie in de kosmos.
Bestelno.80-22 33,00



Elseviers gids van sterren en planeten
Herkennen, waarnemen, informatie.
Bestelno.77-44 37,00



Handbuch der sternbilder
Alle sterrenbeelden met opgave van daarin voorkomende objekten om zelf waar te nemen. Onmisbaar bij waarnemen.
Bestelno.80-38 69,50



Sesam, atlas van de astronomie
Kompakte encyclopedie in kleur.
Bestelno.80-46 18,00



Fokker, bouwer aan de wereldluchtvaart.
De unieke geschiedenis van een dynamisch man, zeer vele illustraties.
Bestelno.80-36 29,50



Koolhoven, Nederlands vliegtuigbouwer
Historisch materiaal, vele foto's.
Bestelno.80-35 29,50

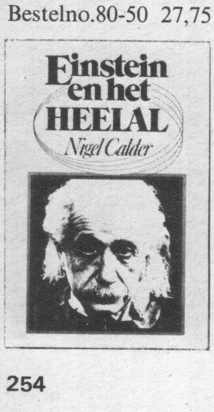


Het stralend heelal
Prachtige foto's van de Aarde en van objekten in de kosmos.
Bestelno.80-51 32,00



Space Shuttle
Voorspel, ontwikkeling, bouw en proefvluchten; de toekomst.
Bestelno.80-37 35,00

Einstein en het heelal
Relativiteitsleer, zwarte gaten. Zeer begrijpelijk beschreven.
Bestelno.80-50 27,75

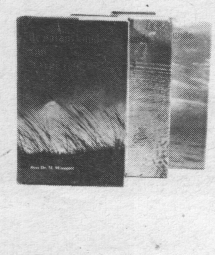


Sesam, Atlas van de wiskunde
Deel 1: Grondbeginselen algebra en meetkunde. Deel 2: Analyse, toegepaste wiskunde.
Bestelno.80-49 54,50

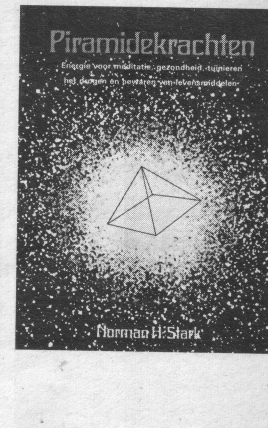




Natuurkunde van het Vrije Veld
Driedelig standaardwerk. Deel 1: Licht en kleur in het landschap. Deel 2: Geluid, warmte en elektriciteit. Deel 3: Rust en beweging.
Bestelno.76-33,-34 en -35. 112,50.
Per deel 37,50.



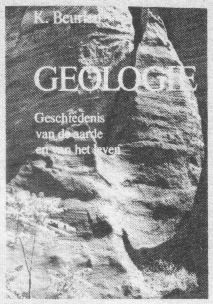
De piramide en de piramidekrachten
Twee boekjes over de energieverschijnselen en het zelf experimenteren.
Bestelno.80-23 34,00







Thieme's gids voor stenen en mineralen
Groot standaardwerk, 600 foto's.
Bestelno.80-14 59,50



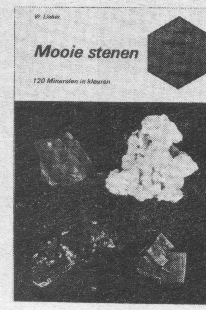
Geologie
De geschiedenis van de Aarde, bouw en ontwikkeling.
Bestelno.80-01 58,50



Elseviers zwerfstenengids
Onmisbaar bij het zoeken in het vrije veld.
Bestelno.80-16 39,50



Mineralen en gesteenten
De belangrijkste mineralen en gesteenten determineren aan de hand van kleurenfoto's.
Bestelno.80-40 18,50



Mooie stenen
120 mineralen in kleur.
Bestelno.80-39 14,95



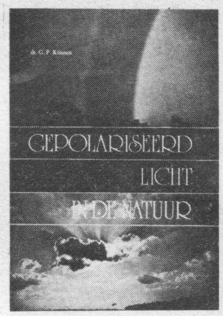
Fossielen
Zoeken, verzamelen en prepareren.
Bestelno.80-42 14,95



De wonderwereld van het mikroskoop
Handleiding voor de mikroskopie.
Bestelno.78-84 8,95

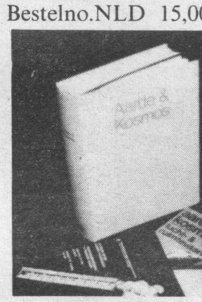


Zelf stenen slijpen
Zelf sierstenen slijpen en polijsten.
Bestelno.80-43 25,95



Gepolariseerd licht in de natuur
Gids over licht en polarisatie
Bestelno.80-25 49,50

NAALDBAND
Uitgevoerd in natuurlinnen.
Bestelno.NLD 15,00





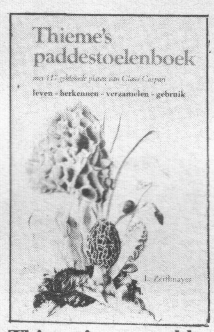
Popol Vuh
Bijbel en scheppingsverhaal van de Maya's.
Bestelno.77-59 39,75



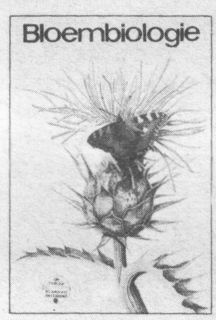
Werelden in botsing
Over de katastrofes in het verleden van de Aarde.
Bestelno.78-60 39,75



Boemerangs
Zelf maken en werptechniek, met vele voorbeelden.
Bestelno.80-33 16,50



Thieme's paddestoelenboek
Alle paddestoelen besproken, prachtige illustraties.
Bestelno.80-44 38,50



Bloembiologie
Letterlijk en figuurlijk in de bloem gedoken.
Bestelno.78-87 19,75



Handboek zwart-wit fotografie
Alle informatie over techniek en verwerking.
Bestelno.78-54 39,50



Handboek voor de donkere kamer
Volledige informatie over alle aspekten, technieken, enz.
Bestelno.80-34 39,50



Perfekte naaktfotografie
Over kompositie, vorm, kleur en techniek
Bestelno.80-52 59,50

Teleskopen, fotografie

Lenzenteleskopen vanaf 225,00
Bouwpakketten 50 mm voor 112,50
60 mm voor 159,50
Spiegelteleskopen vanaf 640,00
Parallaktische montering vanaf 325,00
Zoekers 5x24 voor 42,50 inkl.beugels
Zoekers 15x40 voor 175,00 inkl.beugels
Elektrische aandrijvingen, adapters, aanpasringen.
Prismakijkers 7x50 voor 169,50.
Spiegeltele-objektief 8/500 mm voor 595,00.
Idem 10,5/1100 voor 795,00.
(Beide telelenzen zijn als teleskoop te gebruiken).
Kamera-body's (spiegelreflex) voor 125,00.
Leveringsprogramma op aanvraag verkrijgbaar.

Mikroskopen

Beginners mikroskopen vanaf 189,00.
Voor studie, beginners en gevorderden vanaf 235,00.
Voor de meer eisende mikroskopist en student vanaf 640,00.
Researchmikroskopen (binokulair) vanaf 1695,00.
Stereomikroskopen (voor o.a. de geologie-hobbie) vanaf 199,00.

Alle accessoires zoals objektieven, losse revolverkoppen, okulairen, filters, verlichtingsets, draaibare tafels, kruistafels, kondensors, fasekontrastsets, enz.
Voorts kleurstoffen, preparaatvloeistoffen en -poeders, dekglaasjes, preparaatglazen, komplete preparaten, enz.
Volledig leveringsprogramma op aanvraag verkrijgbaar.

Geologie, stenen

Losse stenen en mineralen, slijptrommels met en zonder elektrische aandrijving, triltafels, zaag- en slijpmachines, zaag- en slijpschijven, gereedschappen, beginnersslijpdozen, boeken, slijp- en polijstsets, enz.
Gelegenheid tot zelf leren zagen en slijpen bij ons in Huizen.



Giftige planten, giftige dieren
Handige informatie om te weten.
Bestelno.80-48 18,50



Water, waterplanten en waterdieren
Zakboek voor natuurvrienden.
Bestelno.80-47 12,00

U kunt ons dagelijks bezoeken in Huizen, Gooilandweg 5A, vlak bij het busstation (boerderij op de hoek v.d. Industrieweg).

Bezoek uw eigen winkel!

Lezersservice A&K is alle werkdagen geopend, plus vrijdagsavonds.

Gooilandweg 5A te Huizen-Nh, ca. 200 meter westelijk van het busstation (lijn 134, 135 of 137 vanaf het station Naarden-Bussum).
Met de auto via A27 en E35. Ruime parkeergelegenheid.

Uitgebreide bibliotheek, gelegenheid tot het maken van kopieën van alle mogelijke informatie, inklusief die uit ons uitgebreide archief.

Vele modellen **teleskopen,** accessoires, fototechnieken, onderdelen, prismakijkers, bouwpakketten, atlassen, enz.

Uitgebreide serie **mikroskopen.** Standaardmodellen met unieke mogelijkheden tot uitbreiding met onderling uitwisselbare accessoires!
Alle uitvoeringen staan tot uw beschikking om er eigenhandig mee te werken en zelf te ontdekken welke mogelijkheden er allemaal zijn.
Geologische apparatuur, zoals trommelen, slijpen, zagen, enz. Grote kollektie stenen en mineralen. Tevens gereedschappen voor in het veld voor de amateurgeoloog.

En: als **abonnee/donateur** profiteert u van gratis deskundige voorlichting, hulp en kunt u altijd een beroep doen op de mogelijkheden van onze organisatie. Wanneer kosten berekend moeten worden zullen dat alleen de werkelijke onkosten zonder enige opslag zijn.

Voor wat, hoort wat:

Als nieuwe abonnee mag ik één boek uit Lezersservice A&K kiezen tegen 30% korting.
Ik kies: bestelno. ....

Voor abonnees die een ander via deze kaart opgeven als abonnee op A&K:

De aan ommezijde opgegeven abonnee is door mij aangebracht. Ook ik mag een boek uit Lezersservice A&K kiezen tegen 30% korting.
Ik kies: bestelno. ....

Mijn naam:

Adres:

Postkode:

Woonplaats:

Bij de tijd . . . met
Aarde & Kosmos
een naslagwerk boordevol betrouwbare informatie.

Postzegel plakken niet nodig

Stichting Mens en Wetenschap
Aarde & Kosmos
Antwoordno. 108
1270 VB Huizen

Noteert u mij voor een abonnement op Aarde & Kosmos voor de periode zoals ik die rechts op deze kaart heb aangegeven:

Naam: ______________________

Adres: ______________________

Postkode: ______________________

Woonplaats: ______________________

Ik wil tevens:

De A&K-jaargang 1979 voor f 22,50
De A&K-jaargang 1980 voor f 29,50
De A&K-jaargang 1981 voor f 39,50
.... stuks naaldband à f 15.00.
(Alle prijzen inkl. verzendkosten).

Aarde & Kosmos
Lucht- en Ruimtevaart
Het enige Nederlandstalige tijdschrift met een totaalformule over natuur, techniek en wetenschap plus aanverwante vrijetijdsbesteding.
Een unieke lezersservice met eigen winkel die alle werdagen geopend is.

☐ het gehele jaar 1982 voor f 55,–

☐ een jaarabonn. ad. f 55,– ingaande op ....

Hokje aankruisen van het gewenste.

Als kado kies ik:

☐ Wonderwereld van de mikroskoop

☐ Een naaldband, natuurlinnen en oerdegelijk

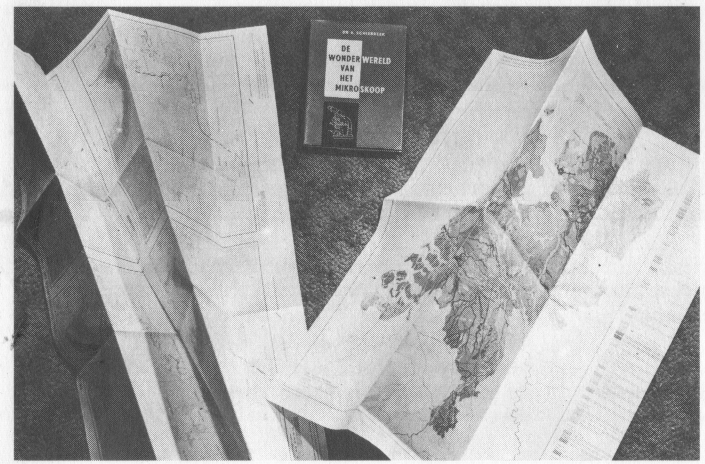
☐ Kaart van Noordzeekusten

☐ Kaart Geologie van Nederland

☐ Ik maak geen gebruik van uw kado-aanbieding maar krijg f 4,– korting op het jaarabonnement.

Kado's bij Aarde&Kosmos

Iedere nieuwe abonnee die een JAAR-abonnement op Aarde&Kosmos neemt kan een keuze maken uit drie kado-artikelen.



Een in natuurlinnen uitgevoerde oerdegelijke naaldband voor het opbergen en makkelijk naslaan van Aarde&Kosmos.

"De wonderwereld van de mikroskoop", een waardevol boekje voor ieder die een mikroskoop bezit of er een wil gaan aanschaffen.

Een kleurenkaart waarop de ontwikkeling van de kustlijnen van de landen rond de Noordzee sinds de laatste IJstijd staan afgebeeld; met een duidelijke toelichting.

Een prachtige kleurenkaart van de geologie van Nederland. Met een duidelijke toelichting.